

Knaus, Thomas

Von medialen und technischen Handlungspotentialen, Interfaces und anderen Schnittstellen. Eine Lesson in unlearning

Knaus, Thomas [Hrsg.]; Merz, Olga [Hrsg.]: *Schnittstellen und Interfaces. Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen*. München : kopaed 2020, S. 15-72. - (fraMediale; 7)



Quellenangabe/ Reference:

Knaus, Thomas: Von medialen und technischen Handlungspotentialen, Interfaces und anderen Schnittstellen. Eine Lesson in unlearning - In: Knaus, Thomas [Hrsg.]; Merz, Olga [Hrsg.]: *Schnittstellen und Interfaces. Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen*. München : kopaed 2020, S. 15-72 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-184520 - DOI: 10.25656/01:18452

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-184520>

<https://doi.org/10.25656/01:18452>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Inhaltsverzeichnis

THOMAS KNAUS, OLGA MERZ Schnittstellen und Interfaces	5
--	---

Theoretische und konzeptionelle Bezüge

THOMAS KNAUS Von medialen und technischen Handlungspotentialen, Interfaces und anderen Schnittstellen – eine <i>Lesson in Unlearning</i>	15
--	----

ANGELIKA BERANEK Beyond the <i>Black Box</i> – Was steckt hinter dem Interface? Programmierte Werte und die Rolle der Medienpädagogik.....	73
--	----

ILONA CWIELONG, NADINE BERGNER Digitalisierungsbezogene Kompetenzen als Schnittstellenaufgabe der Informatikdidaktik und Medienpädagogik – das Aachener Digitalkompetenzmodell.....	93
--	----

JOCHEN HETTINGER Überlegungen zur Domänenstruktur von Medienbildung und informatischer Bildung	117
--	-----

HORST SULEWSKI Allgemeinbildung neu denken – über die Schnittmengen von Medienbildung, politischer und kultureller Bildung im Allgemeinen... sowie die Rolle der Filmbildung im Besonderen	141
---	-----

TORSTEN BRINDA, NIELS BRÜGGEN, IRA DIETHELM, THOMAS KNAUS, SVEN KOMMER, CHRISTINE KOPF, PETRA MISSOMELIUS, RAINER LESCHKE, FRIEDERIKE TILEMANN, ANDREAS WEICH Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt – ein interdisziplinäres Modell	157
---	-----

Schnittstellen der Bildungsforschung und Bildungspraxis

ELKE SCHLOTE, DANIEL KLUG

Ein digitales Lernwerkzeug realisieren –
der Entwicklungsprozess der Web-Applikation TRAVIS GO an der
Schnittstelle von Medienwissenschaft, Informatik und Schulpädagogik 169

KATJA ANOKHINA, RICHARD HEINEN

Schnittstelle Software Studies und Schulentwicklung –
ein interdisziplinärer Ansatz für Schulentwicklung im digitalen Wandel 187

ALLAN KJÆR ANDERSEN

If not at School... The Digital Challenge to Education and how to meet it... 207

Schnittstellen der Hochschulbildung und Lehrerinnen- und Lehrerbildung

KRISTINA BUCHER, SEBASTIAN OBERDÖRFER,
SILKE GRAFE, MARC ERICH LATOSCHIK

Von Medienbeiträgen und Applikationen –
ein interdisziplinäres Konzept zum Lehren und Lernen mit
Augmented und Virtual Reality für die Hochschullehre 225

CHRISTOF SCHREIBER, MATHIS PRANGE, JULIA MATZ,
ANDREAS LEINIGEN, KIRSTEN GREITEN

Teacher Education @nd Media – TE@M..... 239

FRANZISKA PETERS, CHRISTOF SCHREIBER

Die Schnittstelle Mathematik ~ Radio 259

SILKE BOCK, KATHARINA THÜLEN

Das ePortfolio als Instrument der Lehrprofessionalisierung
und Beitrag zur Hochschulentwicklung..... 271

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 285

THOMAS KNAUS

Von medialen und technischen Handlungspotentialen, Interfaces und anderen Schnittstellen – eine *Lesson in Unlearning*

Aus einer Metaperspektive auf technologische, technische und mediale Prinzipien digital basierter Medien sowie damit verbundene gesellschaftliche Entwicklungen wird in diesem Beitrag der Frage nachgegangen, welche Auswirkungen die konzeptionellen Entwicklungen des digitalen Wandels auf Kultur, unsere Gemeinschaft und uns selbst haben – genauer: auf die Interaktion zwischen Mensch und Maschine, deren kultur- und gesellschaftstheoretische Reflexion und Bedeutung für Sozialisations- und Bildungskontexte.

Technische und mediale Entwicklungen verändern unser Miteinander: Schließlich sind digitale Medien nicht nur in immer umfänglicherer Weise an unserer Umweltwahrnehmung beteiligt, sondern mit ihnen kann potentiell jedes Individuum auch selbst Realität(en) erzeugen. Diese Zugänge zur Welt sowie kreativ-gestaltende Zugriffe auf die Welt verfügen über hohe Relevanz in Sozialisations- und Bildungskontexten. Die Zugänge und Zugriffe bleiben derzeit oft auf die mediale (Benutzer-)Schnittstelle begrenzt, obwohl sie aufgrund aktueller technologischer und gesellschaftlicher Entwicklungen künftig tiefer in die Maschine hineinreichen.

Eine modellbasierte Analyse wird diese tieferen Schnittstellen sowie mit ihnen verbundene neue Handlungspotentiale aufzeigen und Impulse zum Um- und Neudenken anbieten. Mit diesen Möglichkeiten ist nämlich auch eine Verpflichtung verbunden, die entstandenen (Frei-)Räume gemeinschaftlich zu „kultivieren“, da sie anderenfalls ausschließlich nach ökonomischen Interessen besetzt werden und die Maschinen Menschen nicht nur unterstützen, sondern künftig auch für sie entscheiden.

Entscheidungen zu treffen ist jedoch eine Aufgabe, die den Menschen vorbehalten bleiben sollte – was jedoch voraussetzt, dass Menschen gerade in Anbetracht aktueller Wandlungsprozesse über ein Grundverständnis von Medien, Technik und informatischen Prozessen sowie entsprechend über eine realistische Einschätzung ihrer Handlungsoptionen verfügen.

1. Digitalisierung?

Alles – landauf, landab – wird digital: digitale Bildung, digitale Kultur, digitales Selbst. Ernsthaft? Die Euphorie ist groß – die Ängste sind es auch. Doch weder Euphorie noch Angst sind gute Begleiter für eine kritische Analyse¹ aktueller gesellschaftlicher Entwicklungen. Seit der Erfindung der Schrift denken Menschen über Medien und deren Auswirkungen auf Individuum und Gesellschaft nach – wie Platon es im *Phaidros* tat. Daran ändert sich nichts, auch wenn Medien² heute über eine *digitaltechnische Basis* verfügen. Im Gegenteil: Gerade in diesen Zeiten, wenn mediale und technische Artefakte nicht mehr allein menschengemacht sind, gehört die kritische Reflexion³ medialer, technischer, informatischer und technologischer Prinzipien – der „Prinzipien des Digitalen“, wie *Universalität* und *Binartität*, *Automatisierung*, *Programmierbarkeit* und *Algorithmizität*, *Vernetzung* und *Referentialität* sowie *Mediatisierung/Medialisierung* und *Digitalisierung* – auf die Tagesordnung.

¹ Der Text dieser kritischen Analyse basiert auf drei Vorträgen, die ich 2018 in Frankfurt am Main und Paderborn sowie 2019 in Mainz gehalten habe. Er wurde von Ben BACHMAIR, Nastasja BOHNET, Thorsten JUNGE, Olga MERZ sowie Annemarie und Gerhard TULODZIECKI (alphabetische Reihenfolge) mit wertvollen Kommentaren versehen. Für die hilfreichen Anregungen und Korrekturen, Diskussionen und die kritische Kommentierung dieses Textes danke ich Euch sehr!

² Mit dem Begriff des *Mediums* werden nicht nur physische Medienformen und Geräte („Werkzeuge“), physische oder virtuelle Artefakte („Werkstoffe“) und mediale Repräsentationsformen (beispielsweise zeichenhafte Inhalte, wie Text und Bild) bezeichnet, sondern auch Dienste, wie (Social Media-)Plattformen, und Institutionen, wie Medienhäuser et cetera (weiterführend zur Unterscheidung von Medien- und Repräsentationsformen sowie digitalen Werkzeugen und Werkstoffen vgl. u. a. Knaus 2009, S. 49–58 und Knaus 2018b, S. 7–10). In einem klassischen medienpädagogischen Verständnis werden Medien als artifiziell-technische Systeme verstanden, die in kommunikativen Zusammenhängen (potentielle) Zeichen produzieren, übertragen, speichern, wiedergeben oder verarbeiten können (vgl. Herzig 2016, S. 62; Swertz 2000). Gerade in Anbetracht aktueller digital-technischer Entwicklungen schließt diese Definition die meisten der zuvor genannten Erscheinungsformen mit ein – entsprechend müsste der Medienbegriff gerade in multidisziplinären Diskussionen und Texten stets verortet und präzisiert werden. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im Text – gerade dann, wenn Missverständnisse wenig wahrscheinlich erschienen – dennoch der bekanntermaßen unscharfe und breite Begriff des *Mediums* verwendet und nicht durchgängig in (physisch-technische) *Mediengeräte* (Hardware), mediale Artefakte (wie auch Applikationen beziehungsweise Software) und (codale/modale) Repräsentationsformen unterschieden.

³ Wobei hier und nachfolgend mit *Reflexion* keineswegs nur eine enge textthermeneutische und von (alltags-)kultureller Realität entfernte Arbeit in „Studierstuben“ gemeint ist, wie auch die späteren Ausführungen zeigen werden, sondern auch und gerade kreative, gefühlsmäßig-emotionale, handlungsorientierte, aktionsforschende Praxen des Wissenschaftens stets mitgemeint sind – etwa vergleichbar mit dem oft vergessenen, aber sehr wesentlichen Ziel des „Doing“ bei John DEWEY (vgl. Dewey 1974).

Die folgende handlungstheoretische Analyse der Mensch-Maschine-Interaktion⁴ offenbart Potentiale und Herausforderungen: Potentiale bieten digitale Medien beispielsweise durch neue Diskursoptionen und erweiterte Partizipationsmöglichkeiten. Eine der Herausforderungen besteht in der souveränen Nutzung digitaler Medien, medialer Werkzeuge und Technik für die eigenen Ziele und Bedürfnisse und in deren selbst-, medien- und gesellschaftsbezogener Reflexion, weil dies in einer durch Medien und Technik geprägten Welt zur elementaren Voraussetzung für Mündigkeit und Sozialität avancierte. Mündigkeit und Sozialität sind wiederum Voraussetzung für die gesellschafts- und kulturtheoretische Reflexion und Beurteilung aktueller Technologie-, Technik- und Medienentwicklung.

Die aktuellen Herausforderungen bestehen aber nicht nur im *Übertrag* analoger Erscheinungsformen in diskrete Werte mit dem Ziel, diese elektronisch zu verarbeiten beziehungsweise zu speichern – also dem, was „Digitalisierung“ eigentlich bedeutet. Vielmehr erleben wir gerade das Entstehen kultureller Handlungsräume, die neue *Gestaltungspotentiale* bieten. Waren für die kritischen Denker der 1960er-Jahre Wissenschaft und Technologie noch Ideologie, sind sie heute Elemente unserer Kultur (vgl. u. a. Zimmerli 2005). Mit den neuen Möglichkeiten gehen aber auch *Gestaltungsverpflichtungen* einher: Denn manche technologische und technische Entwicklung erfordert den Übertrag, das Überdenken oder mitunter auch die Neugestaltung tradierter Praxen (sogenannte Regimewechsel). So verlangt beispielsweise die Anonymität des Netzes, die Shitstorms und Cyber-Mobbing befördern kann, zwar nach wie vor nach klassischen Gesprächsregeln, höflichen Umgangsformen und einem Aufeinandereingehen, wie dem „Zuhören“, das – übertragen auf Soziale Net-

⁴ Der Terminus *Interaktion* verweist auf eine (soziale) Handlung, die sowohl über eine interpretierende als auch über eine bedeutungskonstituierende Relation verfügt. Aus der Einordnung der MMI in einen *kulturökologischen* Bezugsrahmen – beispielsweise nach dem Konzept der *Affordance* (im Deutschen auch als Angebotscharakter oder Aufforderungscharakter bezeichnet, vgl. u. a. Gibson 1979; Gibson/Pick 2000) – ergeben sich interessante weiterführende Anschlüsse. Das Konzept, das in den Kulturwissenschaften, der Archäologie sowie in der Akteur-Netzwerk-Theorie im Zuge des *Material Turn* (vgl. u. a. Latour 1996; Nohl 2011; Knaus 2018b, S. 9–12) sehr zentral ist, war im Hinblick auf *mediale* Artefakte Kritik ausgesetzt (vgl. u. a. Oliver 2005), da nämlich gerade *digitale* Medien oft über keinen eindeutigen Aufforderungscharakter verfügen: Denn während beispielsweise ein Hammer oder auch ein Fernsehgerät seiner Nutzerin oder seinem Nutzer ein recht eindeutiges Angebot offenbart, ist der Computer – als konzeptioneller Stellvertreter digitaler Medien – eine universelle, also *unspezifische* Maschine (vgl. u. a. Kay/Goldberg 1977; Coy 1995; Manovich 2013), die nicht nur zur Textverarbeitung herangezogen werden kann – wie ich sie gerade nutze –, sondern auch zum Kalkulieren, zum grafischen Gestalten, Filmeschauen, Spielen und so weiter. Gerade aber die „bequemen Wege“ so genannter *intuitiver* (Benutzer-)Schnittstellen engen die unspezifischen Angebote universeller Maschinen auf eingeschriebene (also: „pro-grammierte“) Affordanzen ein (vgl. Kapitel 1.1 und 2 sowie Knaus 2018b, S. 3).

ze – dem aufmerksamen Lesen entspräche. Diese etablierten Verhaltensregeln des Miteinanders müssen nun aber auch auf Kontexte *außerhalb* persönlicher Nahverhältnisse übertragen werden.

Nicht unwesentlich erscheint in diesem Prozess auch, die passenden Worte für die neuen Phänomene zu finden: Denn wird der aktuelle Wandel als „Digitalisierung“ bezeichnet, erscheint er als eine Aufgabe für Technikerinnen und Techniker, Ingenieurinnen und Ingenieure oder Informatikerinnen und Informatiker; verstehen wir den kulturellen und gesellschaftlichen Wandel aber als sozialisatorische Herausforderung und Bildungsauftrag, wird deutlich, worum es außerdem geht: um eine *pädagogische* Aufgabe.

Schließlich geht es auch darum, Technologie- und Technikentwicklung nicht nur technisch ausgebildeten Personen zu überlassen, sondern idealerweise *allen* Menschen zu ermöglichen, die aktuellen Entwicklungen grundlegend zu verstehen und sie zu befähigen, sich am Diskurs zu beteiligen sowie die *kreative Gestaltung* von Medien *und* Technik als neue kulturelle Praxis zu etablieren. Das Wissen hierüber und erste gelungene Gestaltungserfahrungen haben nicht nur wesentliche Bedeutung für weitere Bildungs- und Sozialisationsprozesse, sie sind auch Voraussetzung dafür, die Welt nicht schlicht als gegeben, sondern als *gestaltbar* zu verstehen. Wünschenswert wäre daher, dem *digitalen Wandel* weder euphorisch als einem utopischen, noch angstvoll als einem dystopischen Zustand entgegenzusehen, sondern diesen als Gestaltungsaufgabe zu betrachten.

1.1 Digitaler Wandel als Bildungsaufgabe

Allen Menschen sollten – frei nach Dieter BAACKE – als kommunikativ-kompetente Lebewesen und aktive Medien- und Techniknutzende die technischen Instrumente zur Verfügung stehen, die sie befähigen, „sich über das Medium auszudrücken“ (Baacke 1996, S. 7). Der Blick in die Hände und Taschen offenbart: Über die technischen Werkzeuge verfügen bereits nahezu alle Menschen der „Ersten Welt“ und aufgrund der Softwarebasis digitaler Medien sowie entsprechender Schnittstellen sind sogar technische Laien dazu in der Lage, diese Werkzeuge nicht nur für ihren persönlichen Bedarf zu konfigurieren (sie zu „individualisieren“), sondern selbst auch weiterzuentwickeln (vgl. Kapitel 3.2.3). Doch über ein Potential zu verfügen, heißt noch nicht, dieses auch nutzen zu *können* oder nutzen zu *wollen*. Erst einmal müssen wir lernen, Medien und mediale wie technische Werkzeuge souverän für die eigenen Ziele und Bedürfnisse zu nutzen und selbst-, medien- und gesellschaftsbezogen zu reflektieren (vgl. Knaus 2018a, S. 98). Einigen Menschen

fehlt das Wissen zur souveränen und selbstbestimmten Nutzung aktueller Technik – sie fühlen sich überfordert; andere wählen aus Bequemlichkeit einen Weg, der in die Unmündigkeit⁵ führen kann. Auch im Design von Benutzerschnittstellen gibt es stets Optionen: Einige dieser Wege sind bequem, andere etwas steiniger.

2. Intuitive und habituelle Schnittstellen

Eine der Vorentscheidungen beim Entwurf einer Schnittstelle ist die Entscheidung über Umfänge und Freiheitsgrade von Handlungsmöglichkeiten: Je größer die Freiheiten in der Konfiguration und Bedienung, desto komplexer erscheint das Programm der oder dem Nutzenden; je „intuitiver“ die Bedienung, desto geringer die Anregung zur individuellen Einflussnahme und die eigenen Gestaltungsfreiräume. Zwar schließen intuitive Bedienungsmöglichkeiten die individuelle Einflussnahme nicht grundsätzlich aus, sie können jedoch einer tieferen Auseinandersetzung mit dem Gegenstand im Wege stehen. Der unbestreitbare Erfolg von Apple mit Produkten wie beispielsweise dem iPad liegt auch an dessen „intuitiver“ Bedienbarkeit, die von vielen Nutzenden geschätzt wird. Diese wird technisch über die Antizipation typischer Nutzungsszenarien realisiert, das heißt also, dass die üblichen Anforderungen und Ziele der Nutzenden in die Software eingeschrieben wurden – die Software also deren typische Wege „kennt“ und entsprechend navigiert. Die Technik bestimmt in diesem Fall den Weg und wir nehmen ihn – aus Bequemlichkeit.

Ein weiteres Beispiel zur Illustration dieser These ist die Unterstellung, dass die Nutzung weltweit verfügbarer Suchmaschinen *zwangsläufig* in eine „Filterblase“ führt und zur Fragmentierung gesellschaftlichen Wissens beiträgt (vgl. u. a. Pariser 2011; Borgesius/Zuiderveen/Trilling/Moeller/Bodó/de Vreese/Helberger 2016). Diese Befürchtung bewahrheitet sich nur dann, wenn Konfigurationsmöglichkeiten (wie die „erweiterte Suche“) ungenutzt bleiben und lediglich die Treffer der *ersten* Ergebnisseiten gesichtet werden – entweder aus Unwissenheit oder aus Bequemlichkeit. In einer Welt, in der Zeitungen das Nachrichtenwesen dominieren, wäre dies mit dem Lesen lediglich der Schlagzeilen *einer* Zeitung und dem Ausblenden anderer Informationsangebote vergleichbar.

⁵ Müsste eine bewusste Entscheidung nicht eigentlich ein Indiz für Mündigkeit sein? Zwar ist die Entscheidung, sich *nicht* mit technologischen Fragen und Technik zu befassen (oder auch: zu belasten), eine eigenverantwortliche Entscheidung, doch kann das Ausblenden *zentraler* Lebensbereiche letztlich nur in die Unmündigkeit führen.

Diese einleitenden Beispiele sollen zeigen, dass in der aktuellen öffentlichen Diskussion um den Einfluss einer „digitalen“ Welt auf Bildungsprozesse oft drei Aspekte zu kurz kommen: Erstens ist „Digitalisierung“ keine technische Herausforderung, sondern eine *soziale Gestaltungsaufgabe*; zweitens ist diese Aufgabe zwar tatsächlich „alternativlos“⁶, aber zu bewältigen; drittens muss man die Aufgabe annehmen *wollen* – und auch *können*. Alle drei Aspekte verweisen auf einen umfassenden Sozialisations- und Bildungsbedarf und kennzeichnen damit den „digitalen“ Wandel als pädagogische Aufgabe. Damit bieten sie eine Begründung für *Medienbildung*, *Technikbildung* und *informatische Bildung*, die weit über die üblichen Argumente – nämlich das berufsbildende und entsprechend ökonomische Interesse der MINT- beziehungsweise STEM-Bildung⁷ – hinausreicht und die in der öffentlichen und bildungspolitischen Diskussion zumindest bisher noch unterbelichtet ist.

Sich diesen Desideraten widmend, wird im folgenden Beitrag eine Metaperspektive auf digitale Technik und digital basierte Medien eingenommen und der Frage nachgegangen, welche Auswirkungen die konzeptionellen Entwicklungen des *digitalen Wandels* auf Kultur, unsere Gesellschaften und uns selbst haben, genauer: auf die Interaktion zwischen den Menschen und den technischen beziehungsweise medialen „Dingen“⁸ sowie deren kulturtheoretische Reflexion und Bedeutung für Sozialisations- und Bildungskontexte.

2.1 Form & Function follow... Habits

Einleitend soll am Beispiel des Produktdesigns dargelegt werden, dass nicht jede als Begrenzung empfundene Einengung durch physikalische beziehungsweise technische Bedingungen determiniert ist. Der Blick in die (Technik-)Geschichte offenbart (vgl. u. a. Bauer 2006), dass die Handlungs- und Möglichkeitsräume oft umfänglicher sind, als der Mensch, der aus einem Sicherheitsbedürfnis heraus gerne am Bewährten festhält, sie wahrnimmt.

⁶ Das politische Schlagwort „alternativlos“ wurde im Jahr 2010 zum „Unwort des Jahres“ gekürt. Die nicht unproblematische Redeweise lässt sich (wie weitere „Basta“-Rhetoriken) auf das *TINA-Prinzip* (There Is No Alternative), das von der ehemaligen britischen Premierministerin Margaret THATCHER geprägt wurde, zurückführen. Dieses Schlagwort verwende ich dennoch in diesem Zusammenhang, um den – unter anderem mit Begriffen wie „Digital Detox“ transportierten – irreführenden und bewahrpädagogisch motivierten Vorstellungen zu begegnen, technologische Entwicklungen und ihre gesellschaftlichen wie persönlichen Folgen seien grundsätzlich revidierbar.

⁷ MINT (beziehungsweise STEM) sind Initialworte, die aus den Begriffen *Mathematik*, *Informatik*, *Naturwissenschaft* und *Technik*, respektive *Science*, *Technology*, *Engineering* und *Mathematics* gebildet wurden.

⁸ Zur Renaissance der Dinge vgl. u. a. NOHL (2011); MEYER-DRAWE (2012); DÖRPINGHAUS und UPHOFF (2012); SCHELHOWE (2018, S. 30 f.) und KNAUS (2018b, S. 7–12).

Am Beispiel des Designs von Leuchtmitteln wird deutlich, dass heute nicht allein das technisch Nötige eines technischen Artefakts seine Form bestimmen muss, sich aber unsere normativen Vorstellungen von Erscheinungsformen – wie auch Nutzungs- und Handlungspraktiken – nur sehr zögerlich entwickeln: Zwar ermöglichen die kompaktere Bauweise von LEDs⁹ und die nicht mehr erforderliche Gasfüllung klassischer Glühbirnen längst andere Formen oder auch „unsichtbare“ Beleuchtungselemente – dennoch sehen elektrische Leuchtmittel häufig noch immer aus wie zu EDISONS Zeiten. Verantwortlich für die langsame Entwicklung alternativer Beleuchtungskonzepte und den vergleichsweise großen Marktanteil der sogenannten „Retrofits“ ist womöglich eine *Schnittstelle*, nämlich die üblichen Fassungen nach der Norm E14 oder E27, die sich noch in zahlreichen Lampen befinden und die aufgrund historischer technischer Notwendigkeiten bis heute formgebend sind.



Abbildung 1: „Bulb“, ein Entwurf des Industriedesigners Ingo MAURER von 1966 (ingo-maurer.com/de/produkte/bulb)

Ein weiteres Beispiel aus dem Produktdesign zeigt, dass einer Weiterentwicklung nicht immer nur eine physisch-reale „Schnittstelle“ im Wege steht, son-

⁹ LED ist die Abkürzung für *lichtemittierende Dioden* (englisch *Light Emitting Diode*), die aufgrund ihrer hohen Lichtausbeute bei (im Vergleich zu klassischen Leuchtmitteln mit Glühfaden) geringerem Energiebedarf den Markt elektrischer Lichtquellen binnen kurzer Zeit veränderten.

dern auch *gedankliche Hürden* bestehen, die sich mitunter auf Gewohnheiten zurückführen lassen: Es geht um das Erscheinungsbild von Kraftfahrzeugen. Ein Verbrennungsmotor, sei er auch noch so klein (wie zum Beispiel in einem Polo, Fiesta oder 2CV), braucht Platz, daher hat fast jedes Auto eine mehr oder weniger lange Motorhaube. Da ein Verbrennungsmotor warm wird, benötigen solche Fahrzeuge einen Kühlergrill und Öffnungen zur Belüftung; die Verbrennungsgase, die der Motor erzeugt, müssen über eine Abgasanlage zum Heck geführt werden. Technische Notwendigkeiten bestimmen also das Design von Fahrzeugen und prägen entsprechend unsere Vorstellungen eines Fahrzeugs – eines Alltagsgegenstands, der (zumindest hierzulande) als Statussymbol nicht nur dazu dient, physische Distanzen zu überwinden.

Antriebe von Elektroautos befinden sich heute oft nicht mehr unter der Motorhaube: Viele Elektrofahrzeuge sind mit so genannten Radnabenmotoren ausgestattet. Dies sind Elektromotoren, die sich direkt *in* den Rädern des Fahrzeugs befinden. Dies hat zahlreiche praktische Vorteile, die von Gewichtsreduktion und Kostenersparnissen bis hin zu günstigeren fahrdynamischen Eigenschaften reichen. Fahrzeuge mit diesem Antrieb benötigen also weder Motorhaube noch Lüftungsschlitze und schon gar keine Abgasanlage. Und dennoch ist auch das Design moderner Elektrofahrzeuge noch sehr von unseren tradierten Vorstellungen geprägt, wie ein Auto auszusehen hat, obwohl im aktuellen Fahrzeugdesign zunehmend nicht mehr das vormals technisch Nötige im Zentrum stehen muss, sondern die Nutzenden und ihre Bedarfe stärker in den Blick genommen werden könnten.

Übertragen auf den mit „Digitalisierung“ bezeichneten gesellschaftlichen und kulturellen Wandel bedeutet dies, dass digital-technische Innovationen – konsequenter als bisher – auch dazu genutzt werden könnten, *habitualisierte* Denkgrenzen zu hinterfragen. Förderlich hierbei sind neue Durchlässigkeiten der Maschine gegenüber den Menschen – die erweiterten Schnittstellen und damit verbundenen Interaktionsmöglichkeiten zwischen Mensch und Maschine, die im Folgenden diskutiert und vorgestellt werden.

3. Mensch und Maschine im Interaktionsmodell

Die folgende modellbasierte Analyse der Mensch-Maschine-Interaktion in Anlehnung an das so genannte *Open Systems Interconnection-Modell* – kurz: OSI-Modell – wird zeigen, dass die Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine *neue* mediale und technische Handlungspotentiale für alle Individuen und gesellschaftlichen Gruppen bieten. Dabei wird – abweichend von bisher vorliegenden Arbeiten zur Mensch-Maschine-Schnittstelle – nicht nur die

äußere Erscheinungsform des Digitalen in den Fokus der Betrachtung gerückt, sondern die Analyse soll *tiefer* gehen und dabei auch einen Blick *hinter* das Medium – das Interface der Technik – ermöglichen.

3.1 Mensch-Maschine-Interaktion

Die Mensch-Computer-Interaktion (MCI) beziehungsweise Human-Computer-Interaction (HCI) ist ein Forschungsfeld, das Erkenntnisse aus Informatik, (Medien-)Psychologie, Kognitionswissenschaft, Ergonomie und dem Design vereint und im Hinblick auf technische Nutzungs- und Gestaltungsaspekte entfaltet. Ein übergeordnetes Feld der MCI beziehungsweise HCI ist die Mensch-Maschine-Interaktion (MMI), die sich zwar mit vergleichbaren Fragestellungen befasst, aber üblicherweise den Interaktionspartner Mensch zur Maschine verallgemeinert (vgl. u. a. Dix/Finlay/Abowd/Beale 2003) und dadurch eine *systemische* Perspektive anbietet.

Menschen fällt in diesen Forschungsfeldern üblicherweise die Rolle der Nutzenden, der Anwenderinnen oder Anwender zu. Aktive Einflussnahme des Menschen ist demnach nur in vorgegebenen relativ engen Grenzen möglich: Die umfänglichen Möglichkeiten einer Maschine werden im industriellen Bereich durch Bedienfelder und bei Computern, Smartphones oder Tablets über die Auswahl der Befehle in Menü- und Symbolleisten oder Dialogfenstern eingeschränkt. Im Interesse einer Komplexitätsreduktion für die Nutzenden wird nicht selten ein (nicht nur für die Maschine) auf technische Vorgänge reduziertes Interaktionsverständnis beansprucht – vergleichbar etwa mit Stimulus-Response-Zusammenhängen in behavioristischen oder Informationsverarbeitungsprozessen in kognitivistischen Lerntheorien.

Die hier angebotene Betrachtungsweise bedient sich zwar eines Modells aus der (Informations-)Technik und könnte mit dem systemisch-technischen Verhältnis von Maschine und Mensch eine Reduktion des Menschen auf eine zwar komplexe, aber eine nach bestimmten Regeln funktionierende „Maschine“ nahelegen; ein solches *maschinelles Verständnis* und die damit verbundene Einengung von Handlungsoptionen wird jedoch weder für den Menschen – und wie die weiteren Ausführungen zeigen werden – noch für die (lernende) Maschine (vgl. Kapitel 4.3) beansprucht. Vielmehr soll das Gegenteil dessen gezeigt werden, nämlich, dass auch und gerade die Möglichkeiten *aktiver* und *kreativer* Einflussnahmen des Menschen auf die Technik weit über das hinausreichen, was – im wahrsten Sinne des Wortes – der „Nutzerin“ beziehungsweise dem „Nutzer“ zugestanden wird.

Im Folgenden wird ein Modell¹⁰ vorgestellt, das die unterschiedlichen „Tiefen“ der Interaktionen zwischen Menschen und den immer zahlreicheren sie umgebenden technischen Geräten *visualisiert*.

3.2 Modell der Open Systems Interconnection

Die Betrachtung der Mensch-Maschine-Interaktion stellt – sofern sie nicht ausschnittsweise reduziert verstanden wird – gleich zu Beginn eine Herausforderung dar: Für die meisten Menschen präsentieren sich nämlich sowohl der Mensch als auch die Maschine als eine *Black Box*. Wie kann eine Schnittstelle zwischen zwei Systemen genauer betrachtet werden, von denen gleich *beide* relativ unbekannt und entsprechend unbestimmt sind?

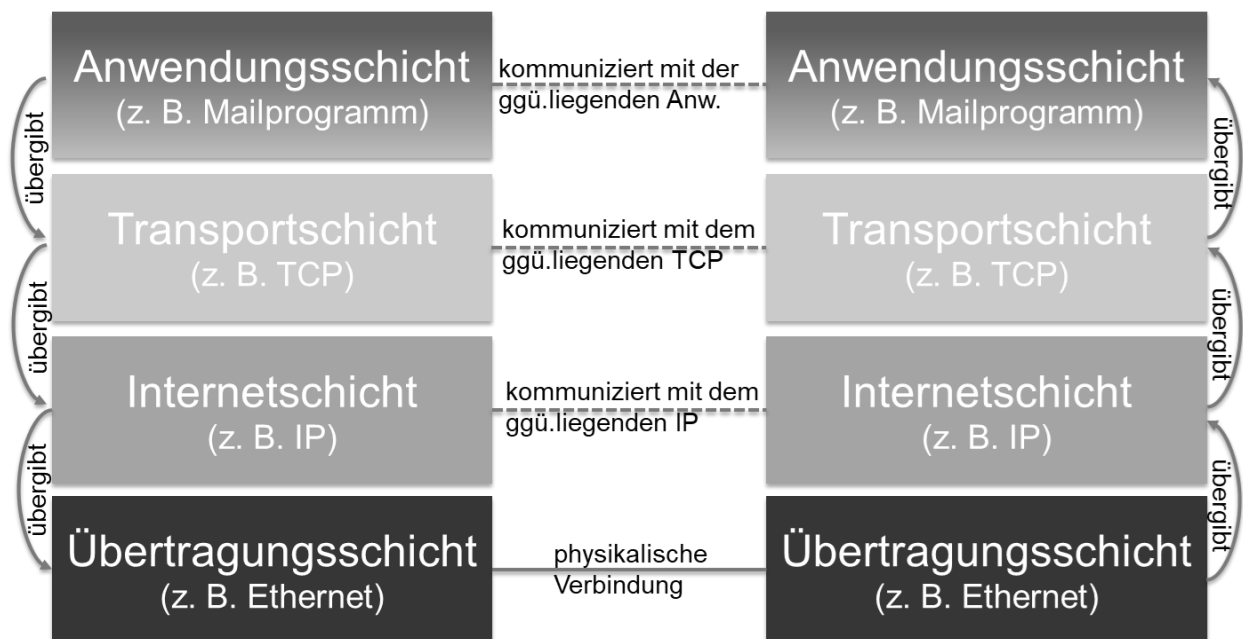


Abbildung 2: OSI-Modell (eigene Darstellung)

¹⁰ Wie jedes Modell, das Einzelaspekte von Welt erklären soll, erreicht auch das hier vorgestellte nach der Erklärung der *Interaktionstiefen* seine Grenzen. Das Modell soll zur Illustration des zentralen Gedankens dieses Beitrags dienen, die aufgrund des gegebenen Rahmens möglicherweise etwas „holzschnittartig“ erscheint. So wäre beispielsweise die (aus dem OSI-Modell übernommene) *hierarchische Ordnung* von Mensch, Medium und Technik umfänglicher zu diskutieren – möglich wären auch alternative Formen (wie beispielsweise Drei- oder Mehrecke), die das Zusammenspiel von Medien und Technik oder auch die (rahmenden) Kontexte der Interaktionen stärker betonen. Auch eine intensivere Befassung mit Handlungstheorien sowie die Einordnung in bestehende Diskurse der betreffenden Disziplinen stehen noch aus und sollen anderenorts in ausführlicherer Form unternommen werden (vgl. Knaus 2021).

Interessanterweise gab es vor etwa 40 Jahren in der Informatik – genauer: in der Netzwerktechnik – ein sehr ähnliches Problem: Die Herausforderung war, die „Verantwortlichkeiten“ innerhalb des physikalischen Netzwerks klar zu bestimmen, die Schnittstellen der einzelnen Ebenen festzulegen und so einen Referenzstandard für Netzwerkprotokolle zu definieren. Ziel war es, mittels dieser Definitionen von Funktionen und Schnittstellen die Weiterentwicklung technischer Infrastrukturen und Anwendungen zu begünstigen – zumal die Kommunikation in einem Netzwerk komplizierter ist, als man vielleicht auf den ersten Blick annehmen könnte.

Der kreative Lösungsansatz war, die Kommunikation innerhalb eines technischen Netzwerks in Schichten zu unterteilen und diesen so genannten *Layern* spezifische Funktionen und Aufgaben zuzuteilen. Ergebnis war das so genannte *Open Systems Interconnection-Modell* – kurz: OSI-Modell –, das die komplexen (technischen) Interaktionen mittels Definition von Schnittstellen innerhalb eines Netzwerks visualisiert, und das bis heute das gültige Referenzmodell für Netzwerkprotokolle ist.

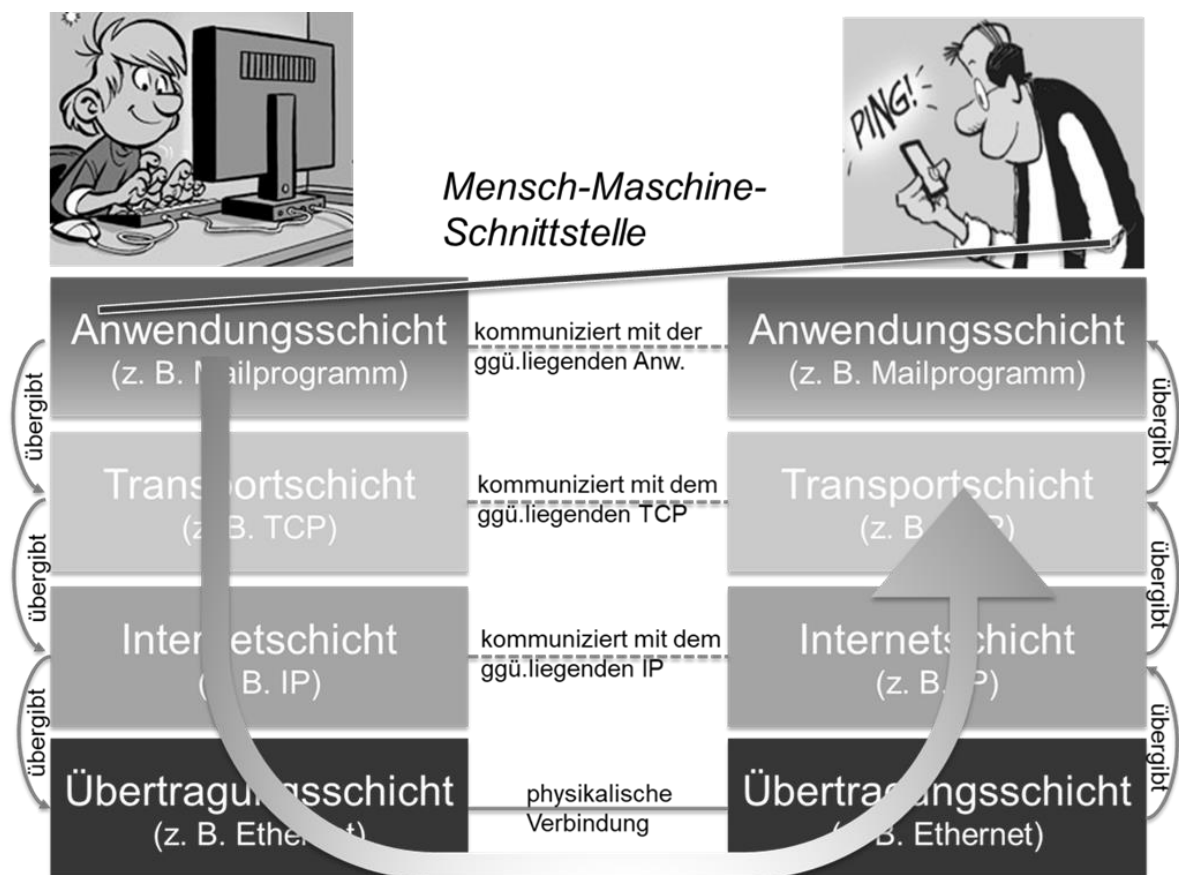


Abbildung 3: Funktionsweise des OSI-Modells (eigene Darstellung; mit Elementen von Ulf S. GRAUPNER, Comic! Jahrbuch 2008 und zitscomics.com/comic_tag/smartphone)

Abbildung 3 zeigt beispielhaft (und aus technischer Sicht vereinfacht und verkürzt) den Weg einer Nachricht durch die Ebenen eines technischen Netzwerks: Oberhalb der Anwendungsschicht befindet sich jeweils der User. Der Junge (links) sendet seinem Vater (rechts) eine Nachricht. Diese Nachricht wird über die Tastatur – als Schnittstelle – vom Mailprogramm (als Anwendung) an die Transportschicht übergeben und durchläuft die Ebenen auf der linken Seite bis zur physikalischen Verbindung. Über die physikalische Verbindung wird binär – also 1 (für: Spannung liegt an) und 0 (für: Spannung liegt nicht an) – die Nachricht übertragen.

Auf der Seite des Vaters legt die Nachricht in seinem Gerät den umgekehrten Weg bis zur Anwendungsschicht zurück und wird über das Display des Smartphones – als weitere Schnittstelle zum Menschen – angezeigt. Soweit (technisch unpräzise und in aller Kürze) die grobe Funktionsweise des OSI-Modells.

Nicht nur in der Technik, sondern auch in den Sozialwissenschaften gibt es Modelle, die vergleichbaren Zwecken dienen, nämlich Ebenen und „Tiefen“ von Einwirkungen („Interpenetrationen“) oder gegenseitigen Beeinflussungen sowie das Zusammenspiel der Akteurinnen und Akteure beziehungsweise Systeme zu visualisieren.¹¹

In Anlehnung an dieses Modell sollen nun die Ebenen und „Tiefen“ der Einwirkungen und gegenseitigen Beeinflussungen zwischen digitaltechnischer Basis, Medium und Mensch visualisiert und in diesem Zuge vier Modi der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) analysiert werden, um relevante Themen- und Tätigkeitsbereiche im Kontext des digitalen Wandels sichtbar zu machen.

Die Entscheidung für ein *Netzwerkmodell* und entsprechend die Betonung der Prinzipien *Vernetzung* und *Referentialität* war kein Zufall, weil diese eine der zentralen Charakteristika des digitalen Wandels darstellt, wie Etienne WENGER bereits vor einigen Jahrzehnten prophezeite (vgl. Wenger 1998) und Felix STALDER nun kürzlich konstatierte: „„Digitalität“ verweist auf historisch neue Möglichkeiten der Konstitution und *Verknüpfung* der unterschiedlichsten menschlichen und nichtmenschlichen Akteure“ (Stalder 2016, S. 18, Hervorhebung TK).

¹¹ Aus dem Struktur- oder Systemfunktionalismus oder der (Allgemeinen) Systemtheorie sind beispielsweise die Interpenetrationen von Systemen als Mechanismen der Systemintegration bekannt (vgl. u. a. Parsons 1972; Luhmann 1984), die zeigen sollen, wie und wodurch Kultur durch die „Sedimente“ hindurch auf Gesellschaft und das Individuum „wirkt“ beziehungsweise wie sich beide Systeme gegenseitig – mehr oder weniger „lose“ (vgl. zu *Loosely Coupled Systems* u. a. Glassmann 1973; Weick 1976) – beeinflussen.

3.3 Aufbau und Beschreibung des Interaktionsmodells

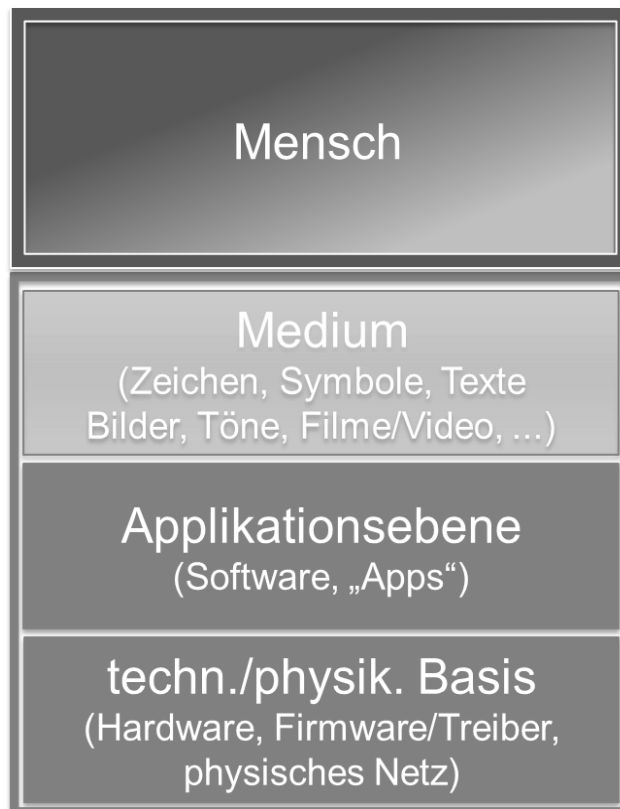


Abbildung 4: Interaktionsmodell
Mensch-Medium-Maschine (eigene Darstellung)

Da dieses Interaktionsmodell (vgl. Abbildung 4) Grundlage der weiteren Analyse sein wird, werden hier zunächst seine einzelnen Elemente und sein Aufbau kurz beschrieben: Der obere Rahmen symbolisiert das Individuum und der untere Rahmen zeigt die Maschine, die wiederum in drei Teile untergliedert ist: Das untere Feld der drei Teile der Maschine repräsentiert ihre *technische und physikalische Basis*. Hierunter fallen die technische Hardware, physische Netze sowie der zur Hardware gehörige Programmcode wie Firmware und Betriebssysteme. Das mittlere Feld der Maschine steht in diesem Modell für die *Applikationsebene*, die die auf dem technischen Gerät installierte Software und verfügbaren Applikationen („Apps“) repräsentiert.

Gemeinsam bilden das untere und das mittlere Feld die *digital-technische Basis* der Maschine. Zwischen Mensch und der technischen Basis der Maschine befindet sich das obere Feld der Maschine, das deren *mediale Oberfläche* symbolisiert. Während Zeichen für die Maschine ein Mittel der Repräsentation darstellen, die einen „Dialog“ – im Sinne einer Vermittlung von Daten – zwischen Mensch und Maschine ermöglichen, können Menschen Signale, Zeichen oder Symbole jedoch erst durch Bedeutungszuweisung erschließen – das heißt durch die Interaktion selbst. Das Medium – präziser: die Interaktion zwischen Mensch und Maschine am Medium – bildet damit *die* Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine.

Diese erste Erkenntnis aus der noch oberflächlichen Betrachtung des Modells erscheint zwar zunächst trivial, sie soll hier dennoch nicht unerwähnt bleiben, da nicht wenige aktuelle Diskussionen um die „Digitalisierung“ das Digitale betonen und dabei das Medium unterbelichten (vgl. Knaus 2016b). Dabei ist gerade das Medium sehr wesentlich, da es die Schnittstelle zum Menschen darstellt – und damit einerseits das Interface, das „Gesicht der

Maschine“, repräsentiert und andererseits *partizipative Eingriffe* ermöglicht.¹² Gerhard TULODZIECKI weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass Kinder, Jugendliche und die meisten Erwachsenen in der Regel „nicht mit dem Digitalen als Rohform“ (Tulodziecki 2016, S. 17) in Verbindung kommen, sondern mit dessen sozialen, medialen und kommunikativen Anwendungskontexten (vgl. Tulodziecki 2018). Unabhängig von erweiterten Codalitäten und Modalitäten sowie *neuen* interaktiven Zugriffsmöglichkeiten auf Technik ist das Medium also *die* wesentliche Schnittstelle der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) – und daher verfügt die Reflexion der jeweils verwendeten Codierungen und Modalitäten (vgl. u. a. Knaus 2009), der sozialen und kommunikativen Anwendungskontexte sowie der interaktiven Schnittstellen (vgl. u. a. Knaus 2018b) weiterhin über hohe Relevanz.

Im Folgenden werden am eingeführten Modell die vier *Modi der Interaktion* vorgestellt und dadurch die Ebenen und „Tiefen“ des Zusammenspiels der menschlichen und maschinellen Akteurinnen und Akteure¹³ differenziert und visualisiert.

3.3.1 Rezeptives Medienhandeln

Der erste Interaktionsmodus beschreibt die Rezeption eines Mediums – präziser: die Rezeption medialer Artefakte beziehungsweise ihrer Repräsentations-

¹² Eine mögliche Erweiterung des Modells bestünde in der Möglichkeit, auch die (Bedeutungs-/Verständnis-)Ebenen auf Seite des *Menschen* näher zu beleuchten. Unter Verwendung eines *semiotischen* Zeichenbegriffs könnte man nämlich pointiert konstatieren, dass die eigentliche Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine durch den Menschen verläuft, da erst durch die Bedeutungszuweisungen der Repräsentationen durch den Menschen die technisch-medialen Signale zu Zeichen werden – wenn sie nämlich verstanden, interpretiert, mit Sinn versehen werden. Hierzu liefern (medien-)pädagogische Arbeiten zu Bild- und Textverstehen (vgl. u. a. Belgrad/Niesyto 2001; Marotzki/Niesyto 2006; Friebertshäuser/von Felden/Schäffer 2007) sowie zur Medienrezeption und Medienwirkung (vgl. u. a. Bonfadelli/Friemel 2017) zahlreiche Anknüpfungspunkte. Da jedoch der Fokus des Modells nicht auf menschliche Interpretations- und Verstehensprozesse, sondern auf die Maschine gerichtet wurde, um darin die „Tiefen“ der Interaktionsoptionen aus Sicht von Individuen und gesellschaftlichen Gruppen zu verdeutlichen, wurde im vorliegenden Beitrag auf diese inhaltliche Erweiterung verzichtet.

¹³ Der aus dem Französischen stammende Begriff der Akteurin beziehungsweise des Akteurs bezeichnet (außerhalb der Informatik) nur Personen (individuelle Akteure) oder auch Kollektive, die *intentional handeln*. Aus dieser Sichtweise erscheint es fraglich, ob *Maschinen* als „Akteure“ – entsprechend auch, ob sie als „Handelnde“ – bezeichnet werden können. Im weiteren Verlauf (vgl. Kapitel 4.2 und 4.3) wird der Begriff der Akteurin und der Handelnden auch auf *Dinge* – hier: die Technik – erweitert (vgl. dazu auch „Akteur-Netzwerk-Theorie“ sowie Latour 1996; Nohl 2011; Knaus 2018b, S. 9–12).

formen. Da der Begriff der *Rezeption* möglicherweise irrtümlich als passiver Vorgang verstanden werden könnte – wie auch alltagssprachliche Bezeichnungen wie „Medienkonsum“ oder auch die anschließende Abgrenzung zum *produktiven* Medienhandeln nahelegen können –, wird in der Bezeichnung des ersten MMI-Modus mittels des Handlungsbegriffs auf die unvermeidliche intrapersonelle Aktivität im Rezeptions- beziehungsweise Rekonstruktionsprozess hingewiesen: *Rezeptives Handeln*. Denn das Medienangebot – präziser: mediale Artefakte und Repräsentationsformen – werden keineswegs im Sinne der lateinischen Wortherkunft nur „aufgenommen“ (*receptio*), sondern auf Grundlage der persönlichen und sozialen Erfahrungen des Individuums stets (verstehend) in Denken und Handeln umgesetzt (vgl. u. a. Baacke 1996, S. 55; Fröhlich 1982; Reich 2008, S. 138–143; Schorb 2009, S. 183). Daher sind Mediennutzende (nicht nur nach dem Konzept der *Medienaneignung*) niemals nur „bloße Empfänger der Medien und ihrer Botschaften“ (Schorb/Theunert 2000, S. 34).

Die zentrale leitende Frage in diesem ersten Modus ist: Was *machen* die Medien mit *uns*? Die konsequente Antwort aus philosophisch-pädagogischer Sichtweise hierauf lautet: Alle Menschen müssen zu *kritischen Rezipienten* werden. Der kritische Rezipient – als pädagogische Zielperspektive – soll unter anderem verhindern, dass wenige Menschen erneut viele Menschen mit gefährlichen Utopien instrumentalisieren können. Dieses Leitbild galt daher besonders in den Nachkriegsjahren als (medien-)pädagogisches Ideal. In Anbetracht aktueller gesellschaftlicher Entwicklungen scheint es seither aber kaum an Relevanz verloren zu haben: Die Dimension *Medienkritik* in Dieter BAACKES Medienkompetenzmodell (vgl. Baacke 1996, S. 98 f.) ist gerade in Zeiten umfänglicher Informationsangebote, der Kommerzialisierung von Aufmerksamkeitssteuerung bei der Informationssuche und in Sozialen Netzwerken oder auch totalitären Formen der Datenerhebung und -kontrolle wichtiger denn je (vgl. weiterführend u. a. Beranek 2020 im gleichen Band; Dyson 2012; Dander 2017; Goldhaber 2017; Knaus 2018a; Niesyto/Moser 2018; Rötzer 1998, S. 101–118).

Mit der Erforschung des Mediums und seiner Schnittstellen zum Menschen befassen sich unter anderem die Medien- und die Kommunikationswissenschaft, die Medienwirkungsforschung und die Medienpsychologie. Entsprechend erhielt und erhält auch die (Medien-)Pädagogik aus den genannten Bezugswissenschaften und weiterführenden eigenen Arbeiten umfängliche Anknüpfungspunkte für ihren Fokus auf Sozialisations- und Bildungskontexte (vgl. u. a. Belgrad/Niesyto 2001; Marotzki/Niesyto 2006; Friebertshäuser/von Felden/Schäffer 2007). Das hier vorgestellte Modell müsste – um den Erkenntnis- und Diskussionsstand einigermaßen adäquat abbilden zu können –

an dieser Stelle skaliert und ähnlich einem Fächer um die folgenden Aspekte erweitert werden: um die in Semiotik beziehungsweise Zeichentheorie zentrale Unterscheidung von Zeichen, deren Repräsentation, deren Bedeutung sowie des gemeinten Objekts selbst – wobei hierbei alle möglichen Zeichensysteme (wie beispielsweise Bilderschrift, Gestik, Formeln, Sprache, Verkehrszeichen) einbezogen werden müssten. Das Spektrum würde durch die weitere Unterscheidung jeglicher Arten von Codierungen und Modalitäten von Zeichen-Repräsentationen weiter aufgefächert: Alleine in Anbetracht einer Codierung, wie beispielsweise eines schriftlichen Textes, wäre zwischen Syntax (Wortsyntax, Satzsyntax, Textsyntax) und unterschiedlichen Alphabetsystemen (phonografisch, piktografisch, logografisch) zu unterscheiden, die vom menschlichen Interaktionspart jeweils abweichend interpretiert und entsprechend verstanden werden – in der Berücksichtigung *visueller* und *auditativer* Artefakte geraten überdies ästhetische und emotionale Aspekte in den Blick.

Auf vergleichbare Weise kann aus Sichtweise der Informatik außerdem die *Applikationsebene* (vgl. Kapitel 3.3.3) sowie aus Perspektive der Ingenieurwissenschaft die *technisch-physikalische* Basis (vgl. Kapitel 3.3.4) im Detail analysiert, gefüllt und entsprechend aufgefächert werden (vgl. u. a. Brinda et al. 2020 im gleichen Band).

Mein Anliegen ist jedoch nicht, die bisherigen Diskurse nachzuzeichnen – was in Vollständigkeit ohnehin nicht gelingen würde –, sondern mittels des Modells Schnittstellen zu visualisieren und auf diese Weise „Zuständigkeiten“ und neue (gemeinsame) Arbeitsbereiche (vgl. Kapitel 5.4) zu markieren.

Daher muss an dieser Stelle auf die naheliegenden Ergänzungen und Anknüpfungen verzichtet und auf künftige Ausführungen verwiesen werden – wohlwissend, dass dadurch eine Vielzahl theoretischer Bezüge und auch interessante weiterführende (Forschungs-)Ansätze und Konzepte unerwähnt bleiben. So wäre beispielsweise die Relation von Produkt- und Rezeptionsanalyse (vgl. u. a. Bohnsack/Geimer 2019, S. 786–789) beziehungsweise von Encoding- und Decoding-Prozessen (vgl. u. a. Hall 1980; Hepp 2010, S. 115 f.) oder auch das Verhältnis zwischen Menschen und Medien (präziser: Individuen und medialen Repräsentationsformen) über die semiotisch organisierte – als Bedeutungskonstitution hergestellte – Beziehung auch pädagogisch zu thematisieren (vgl. u. a. Hall 1999; Kress 2003; Krotz 2009).

3.3.2 Produktives Medienhandeln

Nun interessiert – gerade Medienpädagoginnen und Medienpädagogen – nicht nur, was die *Medien mit uns machen*, sondern vor allem, wie Menschen Medien souverän zur Verfolgung ihrer eigenen Ziele und Bedürfnisse einsetzen können. Es geht also darum, was *wir mit den Medien machen* (können) und damit um kreatives und produktives Medienhandeln – anders formuliert: die aktive Einflussnahme des Menschen auf das Medium.

Produktives Medienhandeln – also das Gestalten, Produzieren und Distribuieren von medialen Artefakten und Repräsentationsformen – ist ja eigentlich keine wirklich neue Entwicklung. Denn beispielsweise die handschriftliche Manuskripterstellung, die Flugblattherstellung mit der Druckerpresse, das amateurhafte Fotografieren mit einer (Foto- beziehungsweise Polaroid-) Kamera oder sogar die Filmproduktion mit (8mm- beziehungsweise Schmal-) Filmen ist bereits seit verhältnismäßig langer Zeit möglich. Die Medienproduktion war doch aber stets recht zeitaufwändig, kostenintensiv und erforderte Spezial-Wissen sowie auch spezielle Medientechnik (Hardware).

Die Hochzeit der Aktiven Medienarbeit fiel nicht zufällig in die Zeit, in der sich neben den professionellen Massenmedien, wie Buchdruck, Radio und Fernsehen, die Amateurmedien etablierten. Gerade audiovisuelle (AV) Medien, wie der Videorekorder und die Videokamera, die mittels Magnetaufzeichnungsverfahren die eigenständige Medien*produktion* im Vergleich zur klassischen Filmkamera nicht nur vereinfachten, sondern auch Amateurinnen und Amateuren zugänglich machten, begründeten die *partizipativen* Medien: Seitdem kann sich jede und jeder – zumindest potentiell – an der Medienherstellung beteiligen.

Bis mediale Artefakte tatsächlich von vielen für viele produziert werden konnten, sollte es noch bis zur zweiten Evolution des Internets dauern – des „Mitmach-Web“ (Ertelt/Röll 2008) beziehungsweise des Social Web. Heute sind nahezu alle Menschen mittels technischer Vernetzung auch sozial mit potentiell allen Menschen vernetzt und können sie mit ihren eigenen Medienproduktionen erreichen – der einstige Mangel an Produktions- und Distribution*möglichkeiten* wandelte sich zu einer Frage der Steuerung von *Aufmerksamkeit* (vgl. u. a. Schmidt 2000, S. 261–273; Goldhaber 2017). Für heutige Generationen ist es eine Selbstverständlichkeit, dass das digitale Medium auch direkt beeinflusst werden kann. Das Objekt der Wahrnehmung kann also auch unmittelbar „manipuliert“ werden, wie es der Paderborner Informatiker Reinhard KEIL formuliert:

„Zum ersten Mal in unserer Mediengeschichte kann das Objekt der Wahrnehmung auch unmittelbar zum Objekt der Manipulation werden“ (Keil 2006, S. 67).

Mit „Manipulation“ wird im Zitat, wie auch im vorliegenden Text, allerdings nicht der alltagssprachliche Begriff verstanden – gemeint ist auch nicht der in ähnlicher Weise konnotierte Fachbegriff aus der Soziologie oder Psychologie: Es geht also nicht um gezielte oder verdeckte Einflussnahme. Und es geht auch nicht darum, dass „Medien manipulieren“. Sondern *manipulieren* soll hier in seinem eigentlichen Wortsinn verstanden werden: So ist *manus* das lateinische Wort für „Hand“ und *plere* bedeutet „füllen“. Man könnte Manipulation also wörtlich mit „eine Hand voll haben“ übersetzen oder – noch etwas passender – mit „die Dinge in der Hand haben“. Damit ist also gemeint, dass wir mediale und digitale Artefakte nicht nur wahrnehmen, sondern auf diese auch unmittelbar und selbst *handelnd zugreifen* können.

Aus historischer Betrachtung und mit Blick auf politische oder pädagogische Prozesse kann die Tatsache, dass dieser individuelle Eingriff Partizipation ermöglicht, nicht deutlich genug unterstrichen werden. Und so realisieren sich mit dieser neuen Qualität des produktiven Medienhandelns die Wünsche von gleich zwei inspirierenden Vordenkern: Bertolt BRECHT und Dieter BAACKE. Bertolt BRECHT wünschte sich in seiner *Radiotheorie*, den Rundfunk von „einem Distributionsapparat in einen Kommunikationsapparat zu verwandeln [und damit] den Zuhörer nicht nur hören, sondern auch sprechen zu machen“ (Brecht 1967, S. 129). Und Dieter BAACKE forderte, dem Menschen „als kommunikativ-kompetente[m] Lebewesen [und] aktive[m] Mediennutzer“ die „technischen Instrumente“ zur Verfügung zu stellen, die ihn befähigen, „sich über das Medium auszudrücken“ (Baacke 1996, S. 7).

Aus dem Interaktionsmodus des *rezeptiven Medienhandelns* (vgl. Kapitel 3.3.1) wurde zuvor die Bildungsaufgabe der kritischen Rezeption abgeleitet, während in Anbetracht des *produktiven Medienhandelns* die pädagogische Zielkategorie um den Aspekt des *Selbsttuns* erweitert werden muss – ein Selbsttun, das über die kognitive Reflexion und Aneignung hinausgeht. Es liegt nahe, an dieser Stelle das Konzept des *gesellschaftlich handlungsfähigen Subjekts* einzuführen (vgl. Hurrelmann 2002), wie es im nächsten Kapitel näher ausgeführt wird. Schon vorab sei angemerkt, dass sich die mit dem Konzept verbundenen medialen und technischen Handlungsmöglichkeiten des Subjekts lediglich auf das rezeptive und produktive *Medienhandeln* beschränken – also davon ausgegangen wird, dass Menschen ohne technische Ausbildung und Expertise nicht tiefer in die Maschine hineinwirken

(müssen), als es die Maschine über ihre *mediale* (Benutzer-)Schnittstelle zulässt. Handlungsfähigkeit in Bezug auf (digitale) Medien und Technik gilt damit als erreicht, wenn Menschen souverän auf den zuvor beschriebenen beiden Ebenen des Mediums agieren: der Ebene des rezeptiven und der des produktiven *Medienhandelns*. Ich möchte vorwegnehmen und mit den weiteren Ausführungen begründen, dass ich davon ausgehe, dass die MMI künftig tiefer reichen kann und muss – und entsprechend auch das Konzept der gesellschaftlichen Handlungsfähigkeit um das technische Handeln erweitert werden sollte (vgl. Kapitel 4.1).

3.3.3 Produktives Technikhandeln 1 (Applikationsebene)

In der Medienpädagogik endet die Betrachtung der MMI üblicherweise mit dem zuvor vorgestellten zweiten Modus – dem produktiven Medienhandeln. In diesem medienpädagogischen Beitrag soll die Betrachtung *tiefer* gehen, und zwar auf die Ebene der *Applikation* beziehungsweise der Software – des dritten Interaktionsmodus des hier vorgestellten Modells.

Digitale Medien unterscheiden sich bezüglich technologischer und technischer Prinzipien von bisherigen „analogen“ Medien (wie auch ihren entsprechenden Artefakten oder Repräsentationsformen). Eines dieser technologischen Merkmale ist, dass *digitale* Medien und Geräte mittels Software – wie Firmware oder Applikationen – *programmierbar* sind. Die jeweilige Hardware ist dadurch flexibler einsetzbar und kann leichter an künftige Anforderungen angepasst werden, als dies bisher bei hardwarebasierten Medien und Geräten, wie beispielsweise einer (analogen) Film- oder Fotokamera, möglich war. Anpassungen waren stets nur im von der physischen Hardware vorgegebenen Rahmen möglich und mussten entsprechend bereits im Design des Geräts sowie seiner (Benutzer-)Schnittstellen berücksichtigt werden. So können beispielsweise Blende und Verschlusszeit einer Fotokamera nur dann von der oder dem Nutzenden manipuliert werden, wenn im Design der Kamera entsprechende Einstellmöglichkeiten vorgesehen wurden. Für Lev MANOVICH sind nicht nur die durch programmierbare Maschinen erweiterten Gestaltungsmöglichkeiten eine zentrale Besonderheit, sondern auch die neu entstandenen Möglichkeitsräume, die auch die Kreation noch nicht erfundener („not-yet-invented“) Medien miteinschließen:

“The computer metamedium is simultaneously a set of different media and a system for the generation of new media tools and new types of media” (Manovich 2013, S. 102).

Aufgrund der konzeptionellen Programmierbarkeit digitaler Medien können Menschen nicht nur mediale Artefakte und Repräsentationsformen beeinflussen, sondern auch die digitale Technik *selbst* – dies soll hier in Unterscheidung zum produktiven Medienhandeln als *produktives Technikhandeln* bezeichnet werden.

Die Frage, was wir mit den Medien machen, aus dem zweiten Interaktionsmodus – dem produktiven Medienhandeln – präsentiert sich im dritten Modus, dem produktiven Technikhandeln, in leicht veränderter Form: *Was machen wir mit den technischen Werkstoffen und Applikationen?*

Auch diese Frage ist – zugegeben – nicht neu, denn die Menschheit verfügt bezüglich der Nutzung von Werkzeugen über eine lange Tradition. Dies wird beispielsweise in völkerkundlichen Museen wie auch bei einem Besuch im Archäologischen Museum in Bozen in der Ausstellung des so genannten ÖTZI deutlich, der nicht nur über nahezu perfekte „Funktionskleidung“ verfügte, sondern auch eine Vielzahl von Werkzeugen mit sich führte: Er hatte mehrere Messer, Geräte zum Messerschärfen, Pfeil und Bogen, eine Rückentrage mit einem Haselstab als rahmendes Gestell und sogar glühende Kohlen in Ahornblättern, die er in einem Birkenrindegefäß transportierte. Dank seiner umfänglichen Werkzeugausstattung war der ÖTZI zu etwas in der Lage, was seinerzeit vermutlich nur wenige konnten: Er überquerte die Alpen.

Die Herstellung und Pflege dieser Spezialausrüstung war für ihn jedoch aufwändig und für jede Aufgabe musste er ein bestimmtes Werkzeug entwickeln und mit sich tragen. Heute vereinen wir viele hilfreiche „Tools“ in nur *einem* Gerät, dem Computer als *universeller Maschine* oder – wie im vorherigen Zitat von Lev MANOVICH – dem Computer als *Meta-Medium* sowie seinen mobilen Formen, wie Smartphones und Tablets.

Die technische Verbindung von Einzelmedien, der eine inhaltliche, soziale und ökonomische Verbindung folgt, wird als *Medienkonvergenz* bezeichnet. Ermöglicht wird diese technische Konvergenz von Mediengeräten und einzelnen Medienfunktionen aufgrund zweier grundlegender Prinzipien: der *Universalität* von Daten und der *Programmierbarkeit* digitaler Technik. Da mediale Artefakte innerhalb digitaler Geräte in universeller Codierung gespeichert und verarbeitet werden und digitale Werkzeuge grundsätzlich softwarebasiert und entsprechend programmierbar sind, ermöglichen sie heute allgemeinzugänglichere tiefere Eingriffe in die Maschine, als wir es bisher aus hardware-dominierten Zeiten kannten. Aufgrund dieser Prinzipien und nicht zuletzt auch

der *visuellen und objektorientierten Programmiersprachen*¹⁴ sowie *grafischer Benutzeroberflächen* ist auch die Applikationsebene so einfach zu bedienen, dass – zumindest theoretisch – jede und jeder eine Maschine manipulieren und dadurch zur beziehungsweise zum *produktiv Technikhandelnden* werden kann. Die Entwicklung von hardware- zu softwarebasierten¹⁵ Medien(-geräten) führte dazu, dass die Entwicklung neuer medialer Werkzeuge einfacher und in kürzerer Zeit möglich ist und damit auch künftig nicht mehr nur Unternehmen und bestimmten Berufsgruppen vorbehalten ist, sondern potentiell allen Menschen offensteht – man könnte in diesem Zusammenhang von einer *Demokratisierung der Technik* sprechen.

Wer schon einmal mit einem Content-Management-System, wie *Wordpress* oder *Joomla!*, eine Webseite gestaltet hat oder mittels *Swift*, *Java* oder *Objective C* eine App, kann einschätzen, dass produktives Technikhandeln¹⁶ zwar

¹⁴ Bei der für den Bildungsbereich (nach dem Leitbild der funktionalen Programmierumgebung LOGO) entwickelten *visuellen* Programmiersprache *Scratch* verrät bereits die Bezeichnung den zentralen Gedanken des Konzepts: „Scratchen“ ist eine typische Tätigkeit von DJs, die, neben dem rhythmischen Hin- und Herbewegen einer Schallplatte bei aufgelegtem Tonabnehmer, mit der Wiederverwendung auditiver Artefakte einen neuen Sound kreieren – mit einem Wort: *remixen*. Das Remixen mit der Programmiersprache *Scratch* gelingt aufgrund visueller Bausteine sehr einfach, ohne umfängliche Tipparbeit und Syntaxfehler, die so manche Anfängerin und manchen Anfänger beim Erlernen klassischer Programmiersprachen frustrieren können. Bei der *objektorientierten* Programmierung handelt es sich um ein Programmierparadigma, das aufgrund der Abstraktion von Erscheinungsformen auf *Objekte* als „Hülsen“ mit bestimmten Eigenschaften und Funktionen (den so genannten *Prototypen*) – oder auch aufgrund der ursprünglichen Zusammenfassung gleichartiger Objekte in übergeordneten *Klassen* – das „Remixen“ vereinfacht und dadurch nicht nur die Produktivität von Programmiererinnen und Programmierern erhöhen kann, sondern auch weniger Geübten den Einstieg erleichtert. Bekannte Beispiele sind u. a. *Smalltalk*, *Python*, *PHP* und *JavaScript*.

¹⁵ Noch ein Wort zum grundlegenden Prinzip der Softwareorientierung und Nachhaltigkeit: An die Stelle der einzelnen Mediengeräte sind die „universelle Maschine“ (vgl. u. a. Kay/Goldberg 1977; Coy 1995) und ihre Nachfolger (wie Smartphones, Tablets und weitere) getreten. Mir wurde das kürzlich wieder bewusst, als ich in der Hochschule mit meinem Team die physischen Überbleibsel achtzehnjähriger Projektarbeit ausmistete: Es verblieb ein nicht unbeträchtlicher Berg von Elektronikschrott. Aber ist *Schrott* wirklich die korrekte Bezeichnung? Immerhin funktionierte vieles davon noch – doch niemand wollte es mehr: Speichermedien, Messgeräte, Diktiergeräte, Foto- und Videokameras – alles Einzelgeräte (mit eigenen Gehäusen, unterschiedlichen Netz- und Ladegeräten und Anschlusskabeln sowie umfänglichen Bedienungsanleitungen), die heute durch Software beziehungsweise Apps auf universellen Geräten ersetzt worden sind.

¹⁶ Streng genommen sind die Grenzen des *produktiven Medienhandelns* und des *produktiven Technikhandelns* 1 fließend, das heißt, auch das produktive Technikhandeln auf Applikationsebene ist medial vermittelt, wie beispielsweise mittels visueller (wie bei *Scratch*) oder textlicher Codes. Unterschieden werden müsste vielmehr nach dem *Grad der Vermittlung* – anders formuliert: Unterschieden werden kann der „Abstand“ zwischen Bedienenden beziehungsweise Nutzenden und der Technik, den das Medium überbrücken muss – gegebenenfalls auch über mehrere Codierungsschritte (zum Beispiel Vermittlung von visuellem Code in Quellcode, Quellcode in Maschinencode und so weiter).

nicht gänzlich voraussetzungsfrei, aber prinzipiell für *alle* Menschen möglich ist (vgl. auch Kapitel 6.1.2). Möglich ist aber sogar noch mehr.

3.3.4 Produktives Technikhandeln 2 (Hardwareebene)

Die Schnittstelle – auch im wahrsten Sinne des Wortes – kann *noch tiefer* in die Maschine hineinreichen, nämlich bis auf die Ebene der *technisch-physikalischen Basis* der medialen Werkzeuge und Tools. Damit ist nicht nur eine Manipulation auf medialer Ebene oder auf der Applikationsebene möglich, sondern auch die eigenständige Beeinflussung der *Hardware* selbst: Menschen können Technik künftig nicht nur für ihren persönlichen Bedarf konfigurieren – sie „individualisieren“ –, sondern auch zunehmend kreativ gestalten, indem sie Hardware und mediale Werkzeuge entwickeln oder auch bestehende *technische* Artefakte weiterentwickeln.

Möglich wird dies unter anderem in „offenen Werkstätten“, in so genannten *Makerspaces* oder *FabLabs*. Als Makerspaces werden Werkstätten bezeichnet, die das Ziel verfolgen, Privatpersonen und einzelnen Gewerbetreibenden über heimische Werkstätten hinaus den Zugang zu modernen Fertigungsverfahren für Einzelstücke zu ermöglichen. Zwar ist der in den 1950er-Jahren unter Einfluss der *Arts-and-Crafts*-Bewegung entstandene Do-it-Yourself-Gedanke (DIY) nicht neu, aufgrund neuer technischer Möglichkeiten können heute in Makerspaces oder Fabrication Laboratories aber nicht nur Werkzeuge und Maschinen allgemein verfügbar gemacht werden, die auch in besser ausgestatteten privaten Werkstätten verfügbar wären, sondern überdies auch Maschinen, die, wie 3D-Drucker, Laser-Cutter, CNC-Maschinen, Plotter oder Ätzbäder zur Platinen-Herstellung, für heimische Werkstätten zu kostspielig wären oder schlicht zu groß sind.

In Makerspaces kann also jede und jeder Zugang zu Produktionsmitteln und industriellen Produktionsverfahren für Einzelstücke erhalten (vgl. weiterführend u. a. Aufenanger/Bastian/Mertes 2017; Ingold/Maurer/Trüby 2019; Boy/Narr 2019). Die Maker-Bewegung steht damit beispielhaft für eine relativ neue Entwicklung, in der potentiell alle Menschen – auch technisch nicht umfänglich Vorgebildete – nicht nur das (partizipative) Medium und die Applikation beeinflussen können, sondern mittels der allgemeinen Zugänglichkeit industrieller Produktionsmittel überdies auch die *digital-technische Basis*. Technik avanciert damit zur Alltagskultur; Hardware und technische Artefakte werden dadurch zu Werkstoffen, aus denen sich nahezu jede Idee realisieren lässt – genauso wie fehlende Werkzeuge und Produktionsmittel hergestellt und kombiniert werden können.

Die Frage, was wir mit den Medien und Applikationen machen, aus dem zweiten und dritten Interaktionsmodus (dem produktiven Medienhandeln und Technikhandeln 1), wird im hier beschriebenen vierten Modus – dem produktiven Technikhandeln 2 – wie folgt weiterentwickelt: *Was machen wir mit den technischen Werkzeugen und Tools? Wie können wir digitale Technik und technische Artefakte selbstbestimmt zur Erreichung persönlicher und gesellschaftlicher Ziele nutzen und kreativ gestalten?*

Wie wäre es, wenn wir nicht die Technik und Dienste nutzen müssten, die uns von den *Big Five* der Internetwirtschaft – der „Digital-Bourgeoisie“ – angeboten werden? Wie wäre es, wenn wir mediale und technische Artefakte nicht nur für unseren persönlichen Bedarf konfigurieren („individualisieren“), sondern sie auch umfänglich selbst entwickeln und gestalten könnten? Wir wären *produktiv Handelnde* (vgl. dazu auch Knaus 2017a, S. 51–54; Knaus 2017b, S. 36–39; Knaus 2018a).

4. Handlungsoptionen zwischen Mensch, Maschine und Gesellschaft

In Anbetracht der Bedeutung, die Medien und (digitale) Technik in unserer heutigen Gesellschaft einnehmen, ist eine gegenständliche Beschäftigung mit ihnen, mit ihren technologischen und technischen Grundlagen, aber auch ihren kulturellen, sozialen, politischen und ökonomischen Implikationen dringend geboten. Eine von Technik, Medien und (aufgrund der mit ihnen verbundenen Interaktionsmöglichkeiten) von potentiell jedem Individuum mitgestalteten Gesellschaft unterscheidet sich nicht unwesentlich von einer durch Massenmedien dominierten Welt. Nicht wenige prägende gesellschaftskritische Gedanken und Schriften stammen jedoch aus der Hochzeit der Massenmedien und lassen entsprechend die folgenden drei wesentlichen Entwicklungen (medialen Wenden) der letzten Jahrzehnte außer Acht: die Entwicklung des *digitalen Mediums* und seine Verbreitung in nahezu allen Lebenszusammenhängen (seit etwa dem Jahr 2000), die Entwicklung des *partizipativen Mediums* (frühe konzeptionelle Formen seit etwa 1970) und die der technisch vernetzten *Sozialen Medien* (seit etwa 2003).

Diese Entwicklungen wurden in den Geistes- und Sozialwissenschaften primär subjekttheoretisch aufgearbeitet, aber noch nicht (wieder) umfänglich kultur- und gesellschaftstheoretisch diskutiert (vgl. Kapitel 5.1). Gleiches gilt für die Entwicklungen einer Technik, die zunehmend in der Lage ist zu „lernen“ und selbst zur „handelnden“ Akteurin wird (vgl. Kapitel 4.2 und 4.3).

4.1 Das handlungsfähige Subjekt

Im (medien-)pädagogischen Kontext ist die „handelnde Aneignung von Medienangeboten“ (Hurrelmann 2002, S. 111; vgl. auch Baacke 1996, S. 55) zentral, die mit der „Subjektwerdung und Ausformung gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit unter den Bedingungen einer von Medien (mit-)gestalteten Welt“ verbunden ist (Schorb 2005, S. 67). Handeln wird dabei als ein bewusst gewähltes Mittel von *menschlichen* Akteurinnen und Akteuren verstanden, mit dem sie ihre Ziele erreichen können. Deutlich wird dies in der bekannten Definition von Max WEBER: „Handeln soll [...] ein *menschliches* Verhalten heißen, wenn und insofern als der oder die Handelnden mit ihm einen subjektiven Sinn verbinden. Soziales Handeln aber soll ein solches Handeln heißen, welches seinem von dem oder den Handelnden gemeinten Sinn nach auf das Verhalten anderer bezogen wird und daran in seinem Ablauf orientiert ist“ (Weber 1976, S. 1, Hervorhebung TK). Entsprechend ist die sozial „handlungsfähige Persönlichkeit“ (Hurrelmann 2006, S. 84; vgl. auch Parsons 1968) ein Anliegen der Sozialisationstheorie – und, weil sie auf die grundsätzliche Erziehbarkeit des Menschen verweist, auch eines der Pädagogik. In der Medienpädagogik galt und gilt daher das gesellschaftlich handlungsfähige Subjekt als normative Leitidee (vgl. u. a. Schorb 1995; Tulodziecki 1997 und 2018, S. 17–21; Hurrelmann 2002; Kübler 2006, S. 28; Bröckling 2012; Hartung/Lauber/Reißmann 2013) und „pragmatisches Grundwertkonzept“ (Hurrelmann 2002, S. 112), das für sich steht und – zumindest auf den ersten Blick – keiner weiteren Erklärung oder empirischen Begründung bedarf.

Ihre Wurzeln hat die Idee des gesellschaftlich handlungsfähigen Subjekts in der Kritischen Theorie, wie sie in idealistischer Tradition vor allem von Jürgen HABERMAS vertreten wurde: Da für ihn die *kommunikative Kompetenz* die ethische Grundkategorie des Subjekts ist, spricht er vielenorts von *sprach- und handlungsfähigen* Subjekten. Jürgen HABERMAS beurteilt entsprechend die Handlungsfähigkeit eines Subjekts über die normative Grundbedingung der sprachlichen Verständigung (vgl. auch Baacke 1996, S. 51–55).

Abgesehen von der Kritik an der idealistischen Konstruktion aus poststrukturalistischen Positionen und unter Berücksichtigung eines um visuelle und mediale Codes erweiterten Verständnisses von Sprache (vgl. u. a. Knaus 2009) erscheint das Konzept des gesellschaftlich handlungsfähigen Subjekts auch in Zeiten des digitalen Wandels als anknüpfbar – auch und gerade in Anbetracht der *erweiterten* Handlungsoptionen, die gerade *digitale* Medien und Technik in Bezug auf die aktive Manipulation und kreative Gestaltung bieten. Denn Handlungsfähigkeit für das Subjekt ist dann gegeben, wenn die Nutzerin oder der Nutzer zumindest potentiell zur Gestalterin beziehungsweise zum Gestalter werden kann – als Minimum der Gestaltungsfreiheit kann

die aktive *Auswahl* eines (zu „konsumierenden“) medialen Artefakts verstanden werden. Streng genommen – und das zeigt außerdem die Schwierigkeit des Begriffs des „Medienkonsums“ – ist (nicht nur nach dem Verständnis des Konzepts der *Medienaneignung*) jegliche Rezeption eines Medienangebots eine aktive Aneignung, da das Dargebotene stets in das Denken und Handeln des Individuums umgesetzt werden muss (vgl. u. a. Fröhlich 1982; Schorb 2009, S. 183; Tulodziecki 1997 sowie Kapitel 3.3.1). Ein übergeordnetes Medienhandeln wird in der kritisch-reflexiven Auseinandersetzung mit dem Medium und seinen Entstehungsbedingungen als Folge des Selbsttuns deutlich (vgl. u. a. Baacke 1996, S. 46–50; Dewey 1974; Schell 1989; Schorb 1995): Bernd SCHORB versteht Handlungsfähigkeit im Kontext des Erwerbs von Medienkompetenz als Fähigkeit, „Medien selbstbestimmt zu nutzen und auch technisch zu beherrschen[,] und schließlich soziale und kreative Interaktion als Fähigkeit, Mediennutzung als kommunikativ soziales Handeln kreativ und phantasievoll zu gestalten“ (Schorb 1998, S. 7). Da digitale Medien heute in allen Lebenszusammenhängen omnipräsent sind, sind sie nicht nur an der Persönlichkeitsentwicklung beteiligt, sondern ihre aktiven Gestaltungsmöglichkeiten für potentiell alle Individuen konstituieren überdies Kultur und Gesellschaft.

Der Wunsch nach gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit der Subjekte bleibt also bestehen – gerade im Hinblick auf das Konzept der Medienkompetenz. Jedoch verändern sich gesellschaftliche Kontexte und entsprechend die Kulturtechniken, nicht zuletzt auch durch die Medienentwicklung selbst. Insofern muss sich die Frage nach gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit stets an den jeweils veränderten gesellschaftlichen Bedingungen sowie den Kulturtechniken orientieren, die Gesellschaft konstituieren.

In einer „digitalen“ Welt sind diejenigen gesellschaftlich handlungsfähig, die kritisch rezipieren, urteilen und über das dafür nötige Vorwissen verfügen (vgl. Kapitel 3.3.1) und die sowohl produktiv-medial (Kapitel 3.3.2) als auch produktiv-technisch (vgl. Kapitel 3.3.3 und 3.3.4) zu handeln in der Lage sind. Dabei schließt die mediale und technische Handlungsfähigkeit die sprachliche Handlungsfähigkeit mit ein, erweitert sie aber um mediale, visuelle, ästhetische und auch technisch-informatische Codes. Einerseits erweitern diese Codes die kommunikativen Handlungsoptionen, andererseits tragen gerade die *Speicherbarkeit* und *Vernetzung* digitaler Kommunikationsformen dazu bei, dass die medialen Artefakte und „Sprechhandlungen aus raumzeitlichen Kontextbeschränkungen gelöst“ werden (Habermas 1981b, S. 274). Zu den entkontextualisierten „Sprechhandlungen“ gehören aus heutiger Sicht (neben entsprachlichten Kommunikationselementen wie Geld und Macht) einerseits eingeschriebener Code, nach dem die Maschine automatisiert „handelt“, und andererseits Codes und Daten, die Grundlage für eigenständige Handlungen und „Lernprozesse“ der Maschine sind (Machine Learning).

4.2 Die handelnde Maschine

Während zunehmend Menschen zu medial und technisch Handelnden werden, wird auch die *Technik selbst* zur „Handelnden“ – zwar nicht im zuvor beschriebenen WEBER’schen Sinne, aber doch avancieren Maschinen in unserem Alltag zunehmend zu scheinbar eigenständig agierenden Akteurinnen. Natürlich kann eine Maschine keinen Ablauf oder eine Reaktion mit „subjektive[m] Sinn“ verbinden (Weber 1976, S. 1) – der (sozialwissenschaftliche) Handlungsbegriff ist also im Kontext medialer oder maschineller „Akteure“ stets beschränkt und entsprechend mit Vorsicht zu nutzen. Subjektiver Sinn kann jedoch über Algorithmen (*Handlungsabläufe*) zuvor von menschlichen Akteurinnen und Akteuren mit dem Ziel der *Automatisierung* ein-geschrieben (pro-grammiert) worden sein. Auch bei Künstlicher Intelligenz (KI) handelt es sich schließlich nicht um „Intelligenz“ im bisher vertrauten Sinne – Maschinen können aber mittels programmierter Handlungsabläufe auf Grundlage großer Datenmengen (Big Data) sowie Signalen und Messergebnissen von Sensoren *neue* Daten und Handlungsabläufe generieren: Die Maschine kann also „Handlungen“ ausführen, die sie zuvor eigenständig „gelernt“ hat.

Bisher blieb der Lernprozess sowohl in der menschlichen Kommunikation als auch in der MMI stets dem *menschlichen* Part vorbehalten: So erlernten Menschen sogar nur schwerlich nachvollziehbare Bedienschritte sowie das Bedienen ergonomisch unzureichend designer Werkzeuge oder Benutzerschnittstellen.¹⁷ Mit anderen Worten:

„Der Austausch mittels Symbolen zwischen Menschen ist immer auch ein Lernprozeß, in dem sich die an dem Prozeß Beteiligten über ihre Aussagen und Antworten verändern. Menschliche Kommunikation ist kreativ und interaktiv, so sie ein verändertes Verhalten der Partner zur Folge hat. Diese soziale Qualität ist den sog. interaktiven Medien nicht eigen. Das interagierende Medium ‚lernt‘ nur das, was es schon weiß bzw. innerhalb seiner begrenzten Speicher- und Rechenstrukturen verarbeiten kann“ (Schorb 1998, S. 21).

¹⁷ Wobei die Lernprozesse in diesem Beispiel nicht zwangsläufig lohnenswert sein müssen: Man denke beispielsweise an technische Geräte mit Bedienungsanleitungen in Form von umfänglichen Kompendien oder an dilettantisch umgesetzte Benutzerschnittstellen, die von einer „intuitiven“ Bedienbarkeit weit entfernt sind. So wurde beispielsweise über Jahre hinweg das Betriebssystem Windows über einen „Start“-Button heruntergefahren. Diese Formen des gegenseitigen „Lernens“ zwischen Mensch und Maschine – oder anders ausgedrückt: der Anpassung des Menschen an technische Unzulänglichkeiten – sollten nicht überbewertet werden.

Auf den ersten Blick will man auch dem zweiten Teil der zitierten Aussage sofort zustimmen und konstatieren, dass heute (und wohl auch in naher Zukunft) kaum von einer „sozialen Qualität“ der Interaktion zwischen Mensch und Maschine gesprochen werden kann. In Anbetracht aber der zuvor mit *Soziale Medien* überschriebenen medialen Wende, die mittels technischer Vernetzung auch für eine umfassendere soziale Vernetzung sorgte, wird deutlich, dass das *vernetzte* interaktive Medium nicht (mehr) nur auf die Interaktion mit *einem* „Gegenüber“ beschränkt ist und dass die technische Entwicklung die Einschätzung aus dem Zitat inzwischen überholt hat; auch die Zeit, in der *Social Bots* beispielsweise bei Facebook oder Instagram lediglich Heranwachsende beeinflussen und die Maschine nur das lernt, was sie zuvor schon wusste, scheint vorüber.

Nicht unwesentlich ist in diesem Zusammenhang die Unterscheidung von so genannter *schwacher* und *starker* KI: An ein starkes KI-System wird die Erwartung geknüpft, dass dieses dem Menschen sehr ähnelt und entsprechend nicht nur selbständig „lernen“, sondern auch autonom Entscheidungen treffen kann. Obwohl die Entwicklung starker KI derzeit noch nicht sehr weit ist, werden Anwendungen und Systeme heute bereits als KI bezeichnet, wenn sie intelligentes Verhalten *simulieren* und in konkreten Anwendungsproblemen das menschliche Denken *unterstützen* können. Hierin wird deutlich, dass Werkzeuge, die dem Menschen die physische Arbeit erleichtern, nun durch weitere ergänzt werden, die der Unterstützung kognitiver Prozesse dienen (vgl. u. a. Nake 1992). Der Unterschied dieser schwachen KI-Systeme zu bereits lang etablierten Hilfsmitteln (wie Rechenmaschinen und Computern) ist aber lediglich von gradueller Art, denn bereits ein mechanischer Abakus oder einfacher Taschenrechner unterstützt kognitive Prozesse – erst die weitere Entwicklung *starker* KI würde einen Paradigmenwechsel bedeuten. Folglich wird die tradierte Funktion des Werkzeugs – nämlich *menschliches* Handeln zu *unterstützen* – trotz unermüdlich kolportierter KI-Utopien wohl noch einige Zeit bestehen bleiben.

Beispiele *schwacher* KI aus dem Alltag, der Kunst¹⁸ und aus Lehr- und Forschungskontexten¹⁹ gibt es bereits vielfältig, so beispielsweise Chatbots (von *Eliza* bis *Alexa*), das autonome Fahren von Autos (*Google Driverless*) oder selbstständig fahrender öffentlicher Nahverkehr, die Erledigung von Bankgeschäften und die Prüfung der Kreditwürdigkeit oder die Vorauswahl von

¹⁸ *Iamus* (Musik); *The Next Rembrandt* (Malerei); *Sunspring* (Film) sind Beispiele für (schwache) KI aus der Kunst.

¹⁹ Beispiele für (schwache) KI aus Forschung & Lehre: KI bewertet Essays (vgl. Kapitel 4.2.3 und „Educational Testing Services“); KI-Systeme sammeln eigenständig Daten, entwickeln Hypothesen, erzeugen und überprüfen Modelle (vgl. Kapitel 4.2.2).

Bewerberinnen und Bewerbern mithilfe von Recruiting-Software. Die folgenden drei Beispiele sollen zeigen, inwiefern Technik künftig selbst zur Akteurin werden kann – indem sie *entscheidet*, *analysiert* und *beurteilt*.

4.2.1 Entscheidungsfindung

Wer zu einer Bank geht und um einen Kredit bittet, wird heute nicht mehr das dortige Personal überzeugen müssen, sondern einen Algorithmus: Die Bonitätsprüfung, auch *Kreditscoring* genannt, erfolgt oft auf Grundlage von *Big-Data*-Analysen (vgl. u. a. Gapski 2015), also auf Basis so großer Datenmengen, dass das Ergebnis der Auswertung weder für die Bankberaterinnen und Bankberater noch für die Kundinnen und Kunden transparent ist. Sogar die Person, die den Code für die Software geschrieben hat, kann in der Regel nicht voraussehen, zu welcher Entscheidung die Software kommt – und auch nicht detailliert nachvollziehen, warum sie zu dieser Entscheidung kommt.

Während noch vor kurzem Menschen über die Vertrauenswürdigkeit anderer Menschen entschieden, können dies künftig Maschinen erledigen. Algorithmen entscheiden nicht nur über die Zuverlässigkeit der Kundschaft, sondern werden überhaupt nur eingesetzt, weil man ihre Entscheidungen für zuverlässiger hält als die Urteile von Menschen, die sich von (visuellen) Eindrücken und Emotionen (ver-)leiten lassen können.

So gilt auch bezüglich *Recruiting*- oder so genannten *Career-Bots* offenbar „Algorithmus schlägt Menschenkenntnis“, da unterstellt wird, dass die Bots unbestechlich, ohne Vorurteile oder Antipathien gegenüber den Bewerberinnen und Bewerbern seien. Das aber ist in diesem (wie auch in zahlreichen weiteren Fällen) ein Irrtum. Aufgrund der Menschengemachtheit kodifizierter Handlungsvorschriften ist nämlich diese Objektivitätsunterstellung nicht haltbar: Wie Texte und Bilder können alle Artefakte – und damit jegliche Technik, Software und Algorithmen – Interessen Dritter enthalten und damit subjektive Wünsche und Ziele in vermeintlich „objektiven“ Entscheidungsprozessen dominieren lassen. Denn ein Programmcode kann stets nur so objektiv sein wie der Mensch, der ihn verfasst hat, und auch nur so unbeeinflusst wie die Daten, die zur Analyse beziehungsweise Entscheidungsfindung herangezogen wurden und aus denen neue Handlungsanweisungen entstanden sind.

4.2.2 Analysieren

Die Forschungsabteilung des Verteidigungsministeriums der Vereinigten Staaten (DARPA), die auch als die Erfinderin des Internets gilt, arbeitet gerade an nichts Geringerem als an der „Revolution der Wissenschaft“ (heise.de/-4145928): Eine KI soll künftig *selbst* Daten sammeln, Hypothesen entwickeln, Modelle erzeugen und überprüfen – eben das machen, was üblicherweise Aufgabe von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ist. Die Analyse umfänglicher Datenmengen (Big Data Analytics) soll Muster erkennen und Antworten auf Fragen finden, die noch gar nicht gestellt wurden. Freilich ist auch die Mustererkennung, wie induktive Forschungsansätze insgesamt, nicht voraussetzungslos – anderenfalls wäre diese Forschungspraxis theorieblind (vgl. Kant 2014 [1787], S. 97–102). Datenanalysen können jedoch trotz umfänglichster Datenmengen nur korrelative Zusammenhänge aufdecken, die aber nicht ohne weiteres auch als kausal interpretiert werden können.

Außerdem gelangt eines der Qualitätskriterien von Wissenschaft an seine Grenzen: das Nachvollziehen der Ergebnisse durch andere Forscherinnen und Forscher. Da Analysen auf Basis umfänglicher Datenbestände für den menschlichen Verstand nicht mehr zu überschauen oder zumindest zu überschlagen sind (wie etwa ein zweifelhaftes Ergebnis in SPSS oder einer Kalkulation mit dem Taschenrechner), sind Menschen auch in der Überprüfung der Einzelschritte und des Ergebnisses einer Analyse auf die Unterstützung von Maschinen angewiesen. Die wissenschaftliche Forschung gerät bezüglich der Qualitätskriterien Überprüfbarkeit und Nachvollziehbarkeit in eine Technikabhängigkeit und steht damit wahlweise vor einem Komplexitäts- oder Vertrauensproblem. Fraglich ist zudem, wie Vertrauen zwischen Mensch und Maschine erzeugt werden kann.

Wer bereits Berechnungen mit unterschiedlichen Grenz- und Schwellenwerten vorgenommen hat und sehen konnte, wie abhängig das Ergebnis hiervon sein kann, die oder der weiß, dass nahezu jede Erkenntnis belegbar ist, wenn nur die Grundlage beeinflusst werden kann, auf der eine Anwendung „entscheidet“ (vgl. dazu u. a. Threshold- beziehungsweise Heaviside-Funktion). Wird in jedem Fall geprüft und transparent offengelegt, woher die Annahmen und die daraus resultierenden Entscheidungsgrundlagen stammen – wie auch die zur Analyse verwendeten Daten?

Sinnhaftigkeit entsteht nicht durch KI, sondern dadurch, wie Modelle konzipiert und hinterfragt, Daten erhoben und Ergebnisse interpretiert werden. Dies ist und bleibt eine der wichtigsten Herausforderungen von Wissenschaft. Aus diesem Grund sollte erklärbare KI – so genannte Explainable Artificial Intelligence (XAI) – künftig nicht nur in den Bereichen an Relevanz gewinnen, die besonderen Rechenschaftspflichten unterliegen.

4.2.3 Beurteilen

Wer schon einmal 300 Klausuren oder Seminararbeiten im Akkord korrigiert hat, wünscht sich technische Unterstützung. Bezüglich der maschinellen Unterstützung bei der Auswertung von Klausuren mit Single-Choice- oder auch Multiple-Choice-Aufgaben ist ja bereits einiges möglich. Aufsätze, Essays, Seminararbeiten oder Bachelor- und Masterarbeiten konnten aber bisher noch nicht maschinell ausgewertet werden. Das ändert sich gerade: Im US-amerikanischen Bundesstaat Utah werden laut Cyndee CARTER vom Utah State Board of Education nur noch rund zwanzig Prozent der Essays von einem Menschen gelesen. Die Auswahl, welche Texte noch von einem Menschen korrigiert werden sollen, erfolgt übrigens auch auf Hinweis des Computers (vgl. Küchemann 2018).

Besonders erfreulich an dieser Nachricht fand ich, dass die Studierenden sehr kreativ mit der Situation umgingen und versuchten, das System zu „hacken“: So haben sie beispielsweise mit Essays Bestnoten erreicht, die aus einem einzigen, eine Seite lang wiederholten Buchstaben bestanden. Oder sie haben Absätze fünfmal untereinander kopiert. Wer die englischen Regeln für guten Stil kennt, weiß, warum die Studierenden mit diesen Hacks Erfolg hatten – im Deutschen ginge das nämlich nicht und inzwischen wurde die betroffene Software sicher bereits nachgebessert. Mit diesem Beispiel soll verdeutlicht werden, dass jeglicher Code stets auf bestehende *menschenge-machte* Vorstellungen, Annahmen und Modelle aufbaut (vgl. auch Beranek 2020 im gleichen Band; Kapitel 2.1).

4.3 Die lernende und vernetzte Maschine

In der Systematik des im dritten Kapitel vorgestellten Modells weitergedacht, beschreiben die zuvor vorgestellten und beliebig erweiterbaren Beispiele einen weiteren Modus: Als fünfter Modus der *Mensch-Maschine-Interaktion* fiel dieser aus dem Rahmen, weil – gerade in Anbetracht so genannter *starker KI* – die Interaktion zwischen Mensch und Maschine ab einem gewissen Punkt wieder abnimmt und theoretisch sogar gänzlich zum Erliegen kommen könnte. Denn in diesem Modus „lernt“ die Maschine *selbsttätig* auf Basis eines Ursprungscode, mittels Daten von Sensoren, umfänglichen Datenanalysen (Big Data Analytics) sowie konnektionistischer Architekturen (Deep Neural Networks) – entsprechend kann die Maschine *eigenständig* „handeln“.

Die Maschine ist damit *kein* Werkzeug mehr und der Mensch ist entweder Initiator oder wird zum Beobachter degradiert: Die Interaktion – der Eingriff in die Maschine – findet, wenn überhaupt, *nur* noch über das Medium und die

Applikationsebene statt: Die Werkzeug-Metapher (vgl. Knaus/Engel 2015; Knaus 2018b) kommt damit an ihre Grenzen, weil die Maschine den Menschen – durch ihr *Handeln* und *Selbstlernen* – aus den tieferen Schnittstellen „aussperrt“²⁰ und lediglich über (mediale) Interfaces beteiligt. Denn während eingeschriebene Programmabläufe für Menschen noch nachvollziehbar sind und lediglich aufgrund ihres Umfangs schwer zu überschauen sind, sind die neu „erlernten“ Abläufe der Maschine selbst für diejenigen nicht mehr transparent, die den ursprünglichen Programmcode geschrieben haben. Das gleiche gilt auch für die auf Basis des erlernten Codes generierten Daten und Ergebnisse der Maschine – hier ähnelt nun auf erschreckende und zugleich amüsante Weise das maschinelle „Lernen“ dem menschlichen Lernen.

In einem Unfall zwischen einer Fußgängerin und einem selbstfahrenden Fahrzeug erkennt Andrew SMITH die schwindende Nachvollziehbarkeit maschineller Handlungen und darin wiederum erste Hinweise auf eine technologische Krise, die er mit *Frankenstein-Algorithmus*²¹ (im Original: „Franken-Algorithm“) übertitelt:

“The death of a woman hit by a self-driving car highlights an *unfolding technological crisis*, as code piled on code creates, ‘a universe no one fully understands’” (Smith 2018, o. S.).

Er sagt, dass *Code, der aus Code entsteht*, ein Universum erzeugt, das niemand mehr vollständig verstehen kann. Auch nicht diejenigen Menschen, die den Ursprungscode geschrieben haben, das heißt den Code, der der Maschine das „Lernen“ lehrte. Nicht nur das das maschinelle „Lernen“ erscheint dem menschlichen Lernen immer ähnlicher, auch das Monopol des Menschen auf die Unvorhersehbarkeit individueller Handlungen scheint damit zu fallen.

²⁰ Streng genommen sind es natürlich nicht Maschinen, die aussperren, sondern Menschen, die diese Maschinen besitzen beziehungsweise steuern und entweder ökonomische, politische oder militärische Interessen verfolgen.

²¹ Versteht man die Geschichte von Mary SHELLEY nicht nur in dem Sinne, wie sie aktuell die öffentlichen Diskussionen bestimmt – nämlich: „KI ist ein Monster“ oder auch im Sinne des *Zauberlehrlings* –, dann ergibt sich aus diesem Querverweis noch eine weitere Erkenntnis: Der Chemiker Victor FRANKENSTEIN ist Zeus (also Schöpfer) und Prometheus (der Vorausdenker) zugleich: Er ist der „moderne Prometheus“, der sich selbst zum Gott erhebt, aber Mensch bleibt. Wer wird wohl zum Prometheus des digitalen Zeitalters?

5. Gesellschaftliche Konsequenzen

Die zuvor beschriebenen und beispielhaft ausgeführten Entwicklungen zeigen, dass – wie im ersten Kapitel angekündigt – der digitale Wandel einerseits zwar umfängliche Chancen und neue Handlungsoptionen bietet (vgl. Kapitel 5.3 und 5.5), andererseits aber auch mit einer umfassenden Bildungsaufgabe verbunden ist, die mit der Revision von Fragen zu Sozialisation und Bildung (vgl. Kapitel 5.2) sowie einer überfälligen Klärung von Zuständigkeiten (vgl. Kapitel 5.4) einhergeht. Ihren Ausgangspunkt findet die Auseinandersetzung zu gesellschaftlichen Konsequenzen technologischer, technischer und medialer Entwicklungen in der überfälligen kultur- und gesellschaftstheoretischen Reflexion des digitalen Wandels.

5.1 Kultur- und gesellschaftstheoretische Reflexion

Die Diskussion um die kulturelle Bedeutung von *Medien* verfügt über eine lange Tradition; die sozial- und geisteswissenschaftliche Reflexion über die kulturelle Bedeutung von *Technologie* und *Technik* aber lässt eine differenzierte Argumentation auf einer technisch und informatisch soliden Wissensgrundlage bisher noch vermissen, weil sich – so meine Vermutung – die Sozial- und Geisteswissenschaften bisher noch zu wenig mit einer „Schnittstelle“ beschäftigt haben, die sich gerade stark verändert: Gemeint ist die Interaktion zwischen Mensch und Maschine.

Gerade die Bildungs- und Erziehungswissenschaft, ja sogar die Medienpädagogik, haben die gesellschafts- und kulturtheoretische Reflexion technischer und technologischer Entwicklungen bisher den ingenieurwissenschaftlichen und technischen Disziplinen überlassen – obwohl Kolleginnen und Kollegen schon vor über zwei Jahrzehnten hierauf hingewiesen haben, wie unter anderem Bernd SCHORB: „Medienpädagogik [ist] als eine Pädagogik, die an die technische Entwicklung gebunden ist, in hohem Maße mit politischen und ökonomischen Konjunkturen verflochten. [...] Ob ihre Vertreter es wollen und können oder nicht, es wird von der Pädagogik erwartet, daß sie erzieherische Konsequenzen aus der technischen Entwicklung zieht“ (Schorb 1995, S. 15). Aus kommunikationswissenschaftlicher Perspektive ergänzt der Konstruktivist Siegfried J. SCHMIDT, dass „medienpädagogische Überlegungen [...] grundsätzlich berücksichtigen [sollten], daß Nutzerverhältnisse und Wirkungsverhältnisse nicht nur auf den *Umgang* mit *Medienangeboten* begrenzt werden dürfen, sondern technisch-mediale und sozial-systemische Komponenten hinreichend berücksichtigen müssen“ (Schmidt 2000, S. 150, Hervorhebung TK).

Aus heutiger Sicht wird erstens deutlich, dass diesbezüglich dringender Nachholbedarf in den Sozialwissenschaften besteht, und zweitens ersichtlich, warum der digitale Wandel uns und unsere Gesellschaften gerade so sehr fordert: Wir haben nämlich die Technik immer nur genutzt, mitunter auch *aktiv* und *kreativ*, – das Nachdenken darüber aber zu oft anderen überlassen. Deutlich spürbar wird dies zum Beispiel in Fragen wie: Was darf KI? Wer übernimmt Verantwortung für Maschinen, die „lernen“ können – die sich selbstständig Handlungsanweisungen geben? Oder auch: Wer trifft die ethisch-normierenden und juristischen Entscheidungen, auf deren Basis „unsere Welt“ in technische oder informatische Modelle abgebildet und überführt wird?

Wer die Modellierung (der Domänen- und Architekturmodelle) vornimmt und wer sie codiert, bestimmt, wie die Welt von morgen aussieht.

5.2 Habitualisierte Disziplingrenzen

Die gesellschaftskritische und kulturtheoretische Reflexion von Technologie und Technik wurde in den letzten Jahren in den Sozialwissenschaften in weiten Teilen vernachlässigt. Es gab in den letzten 20 Jahren sogar einige technologische und technische Entwicklungen, die die medienpädagogischen Diskurse bisher nicht hinreichend erreichten.

Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass sich Pädagoginnen und Pädagogen für allzu technische Aspekte nicht zuständig oder auch nicht ausreichend kompetent fühlen (vgl. Schorb 1995, S. 15). Vielleicht befürchteten sie aber auch, dass sie mit den stetig voranschreitenden medientechnischen Entwicklungen nicht mithalten könnten. So heißt es beispielsweise im Vorwort eines Standardwerks zu medienpädagogischen Grundbegriffen: „Da es sich [...] um ein medienpädagogisches Werk handelt, haben wir auch keine *medientechnischen* Begriffe aufgenommen, zumal hier die Entwicklung immer noch so schnell ist, dass viele unserer Stichworte bald veraltet gewesen wären“ (Schorb/Anfang/Demmler 2009, S. 7, Hervorhebung TK). Das ist natürlich pragmatisch und entsprechend nachvollziehbar, aber sollte die Medienpädagogik die Auseinandersetzung mit (medien-)technischen Entwicklungen tatsächlich deswegen meiden, weil sie – und das gilt ja nach wie vor – unter hohem Innovationsdruck stehen?

Genauso wenig sollten habitualisierte Denkgrenzen (vgl. Kapitel 2.1) auf Seite der Entwickelnden – der Ingenieurinnen und Ingenieure, der Informatikerinnen und Informatiker oder Programmierenden – akzeptiert werden. Wenn die Nutzung und Gestaltung digitaler Medien zu neuen Kulturtechniken avancie-

ren, dann wird technisches Grundlagenwissen für *alle* Menschen relevant. Gleichmaßen sollten aber auch diejenigen, die diese Kulturtechniken in hohem Maße prägen – im Wesentlichen die Akteurinnen und Akteure der technisch-gestalterischen Disziplinen – über geistes- und sozialwissenschaftliche Grundlagen verfügen und eine soziale und ethische Sensibilität entwickeln können. Rafael REIF fasste diese Forderung im Jahr 2019 im Rahmen der Eröffnung des *Schwarzman College of Computing* am MIT in Cambridge (Massachusetts, USA) in eine sehr treffende Formulierung: „Die Welt braucht Mehrsprachler“. Er begründete damit die Entscheidung, dass dort künftig alle Studierenden der Computer Science auch geistes- und sozialwissenschaftliche Inhalte studieren müssen. Da technische Übersetzungshilfen die Verständigung in Fremdsprachen immer leichter machen, will er mit der geforderten „Mehrsprachigkeit“ keine gewachsenen semiotischen, sondern die *disziplinären* Hürden überwinden – Hürden, die wir uns selbst gesetzt haben (vgl. Kapitel 2 und 7).

Natürlich sind disziplinäre Grenzen grundsätzlich sinnvoll, da sie – gerade bei der Annäherung an ein Fach – die nötige Rahmung und Orientierung geben können. Allerdings schadet der Blick über den Tellerrand zum gegebenen Zeitpunkt selten und könnte überdies (in diesem konkreten Kontext) dafür sorgen, dass sozial verantwortliche und nachhaltige Technik gefordert und gefördert wird. Außerdem können diese überfachlichen „Blickschärfungen“ dazu beitragen, die Qualität von Technik (wie beispielsweise auch Schnittstellen) so zu verbessern, dass es auch weniger technikaffinen Menschen ermöglicht wird, Technik nicht nur leichter zu bedienen, sondern auch besser zu *verstehen* – ein Aspekt der Usability, der bisher noch zu kurz kommt und gerade auch im Kontext von KI an Bedeutung gewinnen wird (vgl. Kapitel 4.2).

Wenn also Technik in unsere Lebenswelt gehört – im Sinne von „Konfigurationen aus eingewöhnten Praktiken [... und] kulturellen Deutungsmustern“ (Habermas 1981a, S. 112) –, dann können Philosophinnen und Philosophen (auch außerhalb der „Technikphilosophie“ beziehungsweise *sub specie technologiae*, Zimmerli 2005, S. 9) künftig auch Technologie und Technik intensiver in den Blick nehmen.

Immerhin kann der Mensch eine gewisse Unvorhersehbarkeit individueller Handlungen für sich beanspruchen, was aber für die Technik (noch) nicht gilt.

5.3 Medienbildung, Technikbildung und informatische Bildung

Unsere Wahrnehmung von Welt ist zunehmend *medial* und die partizipativen Medien ermöglichen ein umfänglicheres *produktives Medienhandeln*. Menschliche Kommunikation und Kollaboration findet daher in immer höherem Maße medial statt (vgl. Kapitel 3.3.1 und 3.3.2). Mit den *digitalen* Medien und ihren Prinzipien ergeben sich tiefere Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine. Und aufgrund dieser neuen Schnittstellen können Menschen nicht nur Medien produktiv gestalten, sondern auch die technischen Applikationen und die digital-technische Basis digitaler Medien (vgl. Kapitel 3.3.3 und 3.3.4) – sie können zu technisch Handelnden werden. Mittels eingeschriebener Codes, die ein „Lernen“ auf Basis von Daten von Sensoren, umfänglichen Analysen (Big Data Analytics) und konnektionistischen Architekturen (Deep Neural Networks) ermöglichen, „handeln“ künftig auch Maschinen zunehmend eigenständig (vgl. Kapitel 4.2 und 4.3).

Erforderlich ist daher, dass idealerweise alle Menschen in die Lage versetzt werden, Technologie, Technik und informatische Prozesse zumindest grundlegend zu verstehen. Denn nur, wer *auch* über die Kenntnis verfügt, was „hinter der Benutzerschnittstelle“ – hinter dem *medialen Interface* der Maschine – vor sich geht, kann kompetent wahrnehmen, dekodieren, analysieren, reflektieren und urteilen. Ein *konzeptionelles Technik- und Medienverständnis* und eine kritische Reflexionsfähigkeit bezüglich Medien und Technik avancieren zu einer wesentlichen Voraussetzung für künftige gesellschaftliche Handlungsfähigkeit und Mündigkeit (vgl. Kapitel 4.1).

Der Blick in Bildungsinstitutionen sowie die bildungspolitische und gerade auch die öffentliche Debatte um digitale Technik und Medien offenbart in dieser Hinsicht jedoch noch umfänglichen Handlungsbedarf: So wurde beispielsweise im letzten Berlin-Tatort ein Mord mit Hilfe eines „Kaffee-Roboters“ verübt, den jemand – so hieß es tatsächlich – „digital kurzgeschlossen“ hatte. Jüngste netzpolitische Entscheidungen (zum Beispiel zur NSA-Affäre oder zum NetzDG) oder auch ganz alltägliche Aussprüche, wie „mein Internet geht nicht“ zeigen, dass technisches Unwissen durchaus salonfähig ist.

In Anbetracht dessen, dass Medien erstens das Interface der digitalen Technik sind und zweitens zunehmend alle Mediengeräte über eine digital-technische Basis verfügen, und dies drittens Auswirkungen auf uns und unser Miteinander hat, werden informatische Bildung sowie Technik- und Medienbildung zu elementaren Voraussetzung gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit.

5.4 Domänenstrukturen und Zuständigkeiten „digitaler Bildung“

Jedes Fortkommen wirft bekanntermaßen neue Fragen auf. Mit dem digitalen Wandel (vgl. Kapitel 1) und in Anbetracht verhältnismäßig neuer Schlagworte, wie zum Beispiel „digitale Bildung“, geraten auch tradierte Ordnungen ins Wanken: So ist beispielsweise bis heute ungewiss, was unter „digitaler Bildung“ zu verstehen ist, was die vielenorts geforderten „digitalen Kompetenzen“ sind und welches Fach oder welche akademische Disziplin zu fragen wäre, wenn ein Curriculum hierfür entwickelt werden soll: Sind es Informatikerinnen und Informatiker, sind es die Kolleginnen und Kollegen aus der Technikbildung oder sind es die Medienpädagoginnen und Medienpädagogen? Die bildungspolitischen Entscheidungen der letzten Jahre – wie auch die Erklärung der Kultusministerkonferenz zur *Bildung in der digitalen Welt* (vgl. KMK 2016) – verweisen auf den Bedarf einer Klärung von Domänenstrukturen (vgl. Hettinger 2020 im gleichen Band) und Zuständigkeiten.

Akademisch sind diese unklaren Grenzen aufgrund der damit verbundenen kreativitätsförderlichen Schnittstellen sehr zu begrüßen, aber in Anbetracht der bisherigen Organisation von Schule sowie der Aus- und Fortbildung von Lehrenden in tradierter Fächerordnung bergen sie (zumindest übergangsweise) einige Schwierigkeiten.

Als ein Organisationsversuch der geschilderten Schnittstellenprobleme kann die *Dagstuhl-Erklärung* (vgl. GI 2016) aufgefasst werden, die von Seiten der Informatik, Informatikdidaktik sowie der Medienpädagogik – also in interdisziplinärer Zusammenarbeit – gemeinsam verfasst wurde.

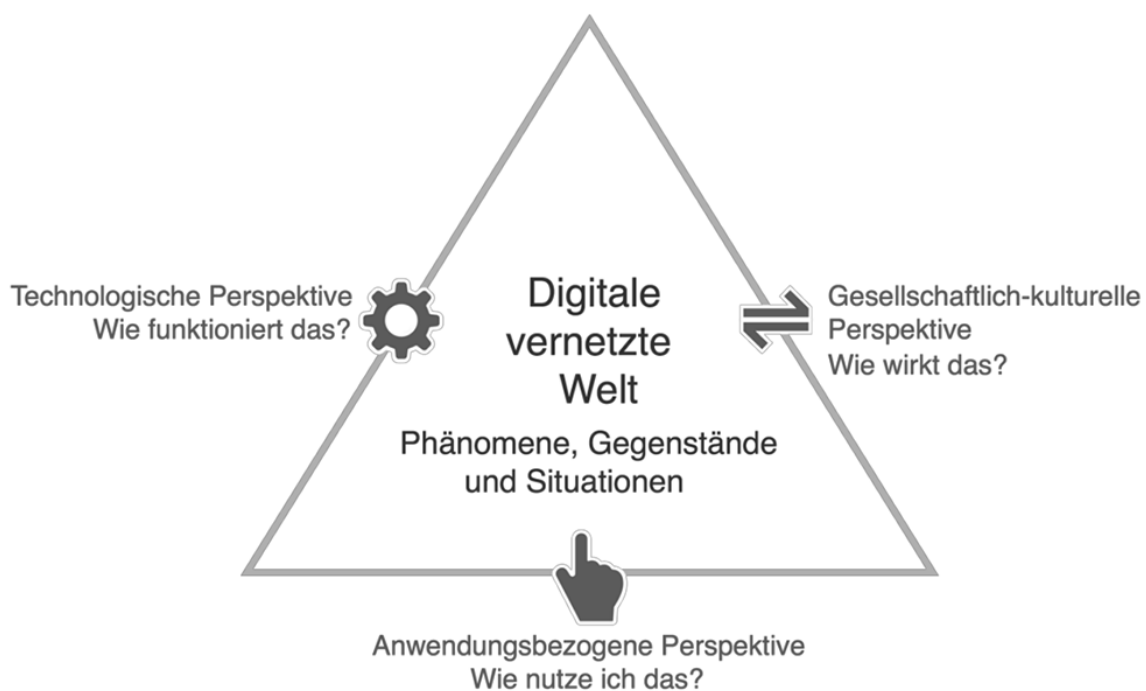


Abbildung 5: Dagstuhl-Dreieck (vgl. GI 2016)

Der überfachliche Dialog, der im Jahr 2016 in Schloss *Dagstuhl* begann, wurde um die Medienwissenschaften ergänzt und in größerer Runde im Juli 2017 sowie im Dezember 2018 in Frankfurt am Main fortgesetzt. Eine kleinere Autorinnen- und Autorengruppe verschriftlichte die Ergebnisse der Workshops, diskutierte diese weiter und bat die beteiligten Fachgesellschaften (unter anderem die DGfE, GI, GfM, GMK und KBoM) um kritische Kommentierung.

An die politischen Forderungen der Dagstuhl-Erklärung von 2016 anschließend und in *gemeinsamer* Präzisierung zentraler Begriffe soll das in diesem Zusammenhang entstandene *Frankfurt-Dreieck* (vgl. Brinda et al. 2020 im gleichen Band) einen überfachlichen theoretischen Orientierungs- und Reflexionsrahmen für Bildungsprozesse im digitalen Wandel unter Einbezug möglichst aller relevanten Perspektiven der daran beteiligten Disziplinen bereitstellen: Das theoretisch-konzeptionelle Modell nimmt daher die technologisch-mediale, die gesellschaftlich-kulturelle sowie die Interaktionsperspektive für die Analyse, Reflexion und Gestaltung von Artefakten und Phänomenen einer durch digitale Medien und Systeme geprägten Welt ein.

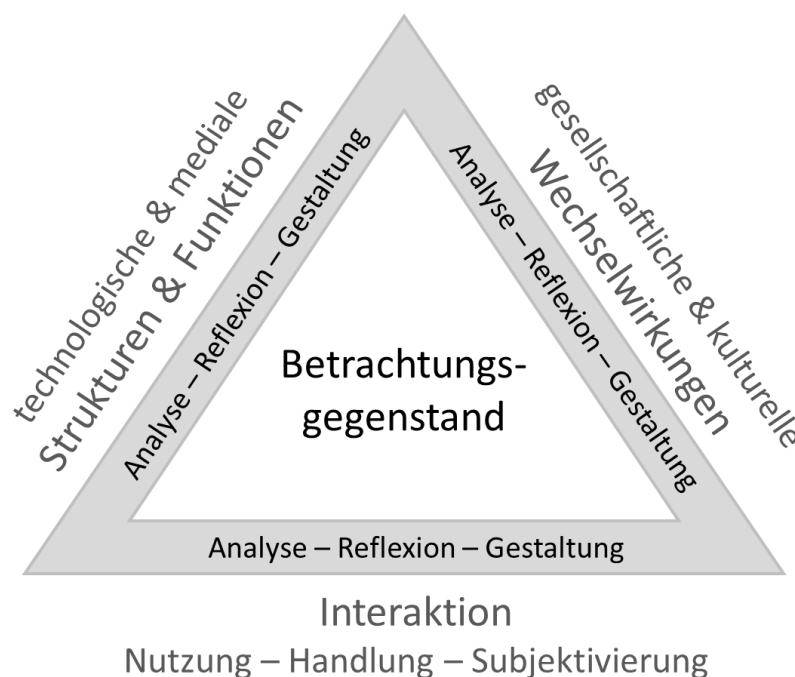


Abbildung 6: Frankfurt-Dreieck (vgl. auch S. 160 im gleichen Band)

Insgesamt repräsentiert das *Frankfurt-Dreieck* eine gemeinsame Reflexionsbasis, um Phänomene in der digitalen Welt und die daraus resultierenden Erfordernisse für Bildungsprozesse zu beschreiben und konzeptionelle Lücken, etwa zur Gestaltung von Informatiksystemen oder zur Einordnung und Rolle des Individuums als handelndes und medial adressiertes Subjekt, zu schließen. Dazu gehört auch die Etablierung eines einheitlichen – also: multi-

disziplinär geltenden – Begriffsverständnisses, das weiteren bildungspolitischen und -strategischen Überlegungen Anhaltspunkte und Orientierung geben soll (vgl. FTzM 2019).

Darauf aufbauend gilt es nun, die nötigen Kompetenzen für eine Partizipation in einer digital geprägten Welt zu definieren: Geplant ist die Entwicklung weiterer Dreiecke, die auf Basis dieses nun verschriftlichten Referenzrahmens die erforderlichen Anschlüsse in die unterschiedlichen Praxis- und Handlungsfelder in Bildungskontexten und der pädagogischen Arbeit herstellen können.

Der Prozess war insgesamt sehr weiterführend, dennoch begrüß(t)en außerhalb der Arbeitsgruppe nicht alle Kolleginnen und Kollegen (sowohl aus der Informatik als auch der Medienpädagogik sowie auch den Medienwissenschaften) die Ergebnisse der Zusammenarbeit respektive die Initiative selbst: Es wurde nicht an Kritik gespart an denen, die die „sicheren Grenzen“ ihrer Disziplinen zur Diskussion, und dadurch infrage stellen. Dies ist nachvollziehbar, wenn man bedenkt, dass wir Menschen uns sicher fühlen, wenn wir von Gewohntem umgeben sind. Habitualisierte Handlungspraktiken sind schwer abzulegen, denn was bezüglich der Subjektentwicklung als Selbsterhalt des Identitätskonzepts bekannt ist (vgl. zum *Confirmation Bias* u. a. Wason 1968), funktioniert sehr ähnlich auch in Gruppen: Der Mensch neigt in der Regel dazu, neue Erfahrungen und Beobachtungen stets nach dem auszusuchen und zu interpretieren, was eigene Vorannahmen stützt. Anders ausgedrückt: Die Anfälligkeit für *Filter Bubbles* (vgl. u. a. Pariser 2012) ist eine anthropologische Konstante, weil wir uns in ihnen wohl und bestätigt fühlen. Inhaltliche Weiterentwicklung lebt aber nicht von Bestätigung allein – sie braucht auch Kritik.

Da die zuvor beschriebenen unklaren Domänenfragen und Zuständigkeiten sehr wahrscheinlich nicht auf eine eindeutige Entscheidung hinauslaufen werden – wie etwa: ein bestimmtes Fach ist „zuständig“ –, sondern vielmehr darauf, dass miteinander diskutiert und im multidisziplinären Austausch Lösungen erarbeitet werden (vgl. u. a. Knaus 2018c), sollten Orte geschaffen werden, an denen dieser Austausch ermöglicht werden kann.

5.5 Coding und Making als Beiträge zur Demokratisierung von Technik

Können einfache Programmiersprachen und grafische Benutzeroberflächen (vgl. Kapitel 3.3.3) respektive offene Werkstätten und Makerspaces (vgl. Kapitel 3.3.4) einen Beitrag zur Demokratisierung von Technik leisten, wie es etwa mit dem Aufkommen der partizipativen Medien (vgl. Kapitel 3.3.2) vor einigen Jahren bereits propagiert wurde? Ich möchte nicht so weit gehen und

behaupten, dass sich durch die neuen Möglichkeiten im Rahmen des produktiven Technikhandelns die von Karl MARX beschriebene Klassenteilung auflösen wird, nämlich die Aufteilung in die *Bourgeoisie*, die die zur Produktion notwendigen Produktionsmittel besitzt, und das *Proletariat*, das lediglich genug verdient, um seine eigene Arbeitskraft aufrechtzuerhalten, aber niemals in der Lage sein wird, selbst Produktionsmittel zu besitzen, um eigene Ideen umzusetzen und zu verfolgen (vgl. Marx 1979 [1890]). Aber ich will anmerken, dass in einer Zeit, in der Software Befehle annimmt (vgl. zu „Software takes Command“ Manovich 2008) – und das grundsätzlich von jeder und jedem – und in öffentlichen Werkstätten alle Menschen potentiell Zugang zu Werkzeugen und Produktionsmitteln erhalten, sowohl mediale Artefakte und digitale Medien als auch Technik selbst grundsätzlich *gestaltbar* sind und dadurch eigene Ideen verfolgt werden können.

Mit Blick in die Geschichte des letzten Jahrhunderts kann man nun einwenden, dass diese Begeisterung für Selbstermächtigung und Selbstorganisation bereits in mehreren Wellen aufkam: zunächst in den 1950er-Jahren mit der *Arts-and-Crafts*-Bewegung, die aus dem Misstrauen gegenüber etablierter Autorität, passivem Konsum, standardisierten (und entsprechend als langweilig empfundenen) Produkten der Industrie und Vorgaben der Massenmedien entstand und die *Do-it-yourself*-Bewegung (DIY) prägte. DIY war mehr als die im alltagskulturellen Kontext auf handwerkliches Selbermachen wie Reparieren, Verbessern, Wiederverwenden (Upcycling), Herstellen oder Dekorieren reduzierte Sichtweise: Es handelte sich vielmehr um eine politische Bewegung, die von einem Glauben an Selbstermächtigung, Selbstorganisation, Improvisation und Eigeninitiative geprägt war.

Ein paar Jahrzehnte später, nämlich mit dem Aufkommen der partizipativen Medien, im Besonderen mit den Sozialen Medien und dem Web 2.0 – dem „Mitmachweb“ (Ertelt/Röll 2008) – und den neuen Möglichkeiten für den kreativen Umgang mit digitalen Medien (vgl. Kapitel 3.3.2), kam die Begeisterung über technische Entwicklungen, die eine „neue Mediendemokratie“ zu ermöglichen schienen, erneut auf: Seit es Smartphones gibt, kann jede und jeder sich als Fotojournalistin und Fotojournalist betätigen sowie zur Filmemacherin und zum Filmemacher werden, mischen Start-Ups große Industriezweige und Wirtschaftsmächte auf und fordern Bloggerinnen und Blogger die etablierten Medien und Parteien heraus. Aus medienpädagogischer Sicht resümiert David BUCKINGHAM retrospektiv im Konjunktiv: „Das Aufkommen der neuen digitalen Medien in den frühen 2000er Jahren wurde von einer großen Welle der Begeisterung begleitet. [...] So genannte ‚partizipative‘ Medien würden den Menschen die Möglichkeit geben, die Vorherrschaft dominierender Medien-

unternehmen zu beenden und eine neue Mediendemokratie entstehen zu lassen“ (Buckingham 2018, S. 54).

Tatsächlich kann man aus heutiger Sicht etwas zerknirscht konstatieren, dass die DIY-Bewegung mittlerweile auf Baumarktbesuch, Upcycling und Heim-Dekoration zusammengeschrumpft ist und auch die mit partizipativen Medien und Aktiver Medienarbeit verbundenen medienpädagogischen Ziele, nämlich die soziale, kulturelle, politische und ökonomische Bedeutung der Medien und „medialen Mächte“ zu entmystifizieren, zum kritischen und kreativen Medienhandeln anzuregen und dadurch zu „empowern“, bisher nur vereinzelt in die Praxis umgesetzt werden konnten (vgl. u. a. Buckingham 2018, S. 51 und 54 f.). In der Analyse von Siegfried J. SCHMIDT sind aus historischer Sicht in erster Linie die frühen Kommerzialisierungsbestrebungen und die damit verbundene Institutionalisierung der Medien(-technologien und -techniken) dafür verantwortlich (vgl. Schmidt 2000, S. 189 f.).

Ob dem zuvor beschriebenen produktiven Technikhandeln – dem *Coding* und *Making* – eine vergleichbare Ernüchterung bevorsteht, kann heute noch niemand einschätzen (ausführlicher zu Perspektiven vgl. Kapitel 6.1.2), zumal sich die Befürworterinnen und Befürworter eines jeden neuen Mediums beziehungsweise einer jeden neuen medialen oder technischen Praxis bisher einen „neuen Demokratisierungsschub im Sinne einer gerechteren Teilhabe an den neuen kognitiven und kommunikativen [...] Möglichkeiten“ erhofften (Schmidt 2000, S. 188): Durch das Buch sollten Geheimnisse offenbart und soziale Barrieren abgebaut werden; die Fototechnologie befähigte alle, Bilder selbst herzustellen und zur „Malerin“ oder zum „Maler“ zu werden (zu Film, Rundfunk, Fernsehen, Video und Internet vgl. Schmidt 2000, S. 188 f.).

Damit die zuvor beschriebenen Entwicklungen tatsächlich zur Demokratisierung von Medien und Technik beitragen, sind gesellschaftliche Kultivierungs- und Normierungsprozesse sowie individuelle Bildungs- und Lernprozesse erforderlich, die heute noch weitgehend ausstehen. Aufgrund dieser Defizite werden die durch die Technikentwicklung entstehenden Freiräume derzeit primär von (wenigen) Unternehmen genutzt, deren Macht immer weiter zunimmt (Dominanz der „Big Five“).

6. Produktives Medien- und Technikhandeln in Bildungskontexten

Die zuvor genannten konzeptionellen (technologischen) Prinzipien digitaler Technik und Medien fordern nicht nur Sozialisationsinstanzen und Bildungseinrichtungen heraus, sondern ermöglichen auch neue Zugänge für das Lernen *mit* und *über* Technik sowie das Lernen *mit* und *über* Medien: Denn unsere Welt ist reicher geworden, da heute potentiell – und mittels digitaler

Technik zunehmend leichter – alle Menschen zu produktiv Gestaltenden werden können. Die kritische Reflexion projektbezogen erstellter und verbreiteter medialer Artefakte und Medienangebote gehörte zwar bereits vor den beschriebenen gesellschaftlichen Veränderungsprozessen zu den Aufgaben der Medienpädagogik – beispielsweise im Hinblick auf die Fragen nach der Qualität der eigenen Arbeitsergebnisse oder danach, ob deren Inhalt und Form die Adressaten erreichen und ansprechen. Da jedoch *digitale* Medien – aufgrund der Auflösung bestehender Hürden in der Produktion von medialen Artefakten und deren Verbreitung – in immer stärkerer Weise in kommunikative Vollzüge integriert werden (vgl. u. a. Knaus 2009; Krotz 2016), sollte nicht nur die selbstbestimmte *Mediennutzung* fokussiert werden, sondern neben dem Zugang zur Welt in höherem Maße auch der *Zugriff* auf die Welt und die damit einhergehende Verantwortung von Medienproduzentinnen und Medienproduzenten (vgl. u. a. Baacke 1973, S. 200; Baacke 1996, S. 7; Knaus 2018a, S. 94 f.): Die selbstverantwortliche Prüfung und kritische Reflexion sind gerade auch dann obligatorisch, wenn Individuen mediale Inhalte und technische Artefakte ganz beiläufig erstellen und in ihre alltägliche Kommunikation integrieren.

Ermöglicht wird die gegenstandsbezogene Reflexion von Medien und Technik, wenn die umfänglichen medialen Produktions- und Distributionsmöglichkeiten sowie die Gestaltungsmöglichkeiten der technischen Basis digitaler Medien aktiv und handlungsorientiert (vgl. u. a. Schorb 1995; Baacke 1996, S. 46–50; Tulodziecki 1997; Spanhel 2006, S. 297; Moser 2010, S. 281–284) erfahren und bearbeitet werden: Beispielhaft können *Coding* und das Programmieren als um technische Aspekte ergänzte *Mediengestaltung*, *Tinkern* als handlungsorientierte Form der *Medienkritik* und *Making* als Erweiterung der Möglichkeiten *Aktiver Medienarbeit* verstanden werden. Mittels Coding und Making können – wie auch in der kreativen Mediengestaltung und Aktiven Medienarbeit – „aus dem Modus der Produktion heraus“ (Niesyto 2017, S. 271) Kritik-, Distanzierungs- und Reflexionsfähigkeit in Bezug auf Medien und im Bezug auf die im Hintergrund wirkende (digitale) Technik übergreifend gefördert werden. Beim Tinkern wird die Software oder Hardware spielerisch an ihre Grenzen gebracht (vgl. Kapitel 6.1.2), wodurch Reflexionsprozesse angestoßen werden, die die kritische Auseinandersetzung mit Funktionsweisen, Prozessen und Grenzen von Medien und Technik anregen können.

Die Medienpädagogik verfügt über jahrzehntelange und umfängliche Erfahrungen mit handlungsorientierten Ansätzen, die um neue Gegenstandsbereiche erweitert werden, und sich insbesondere auch für die Technikbildung und informatische Bildung als anschlussfähig erweisen können (vgl. Knaus 2018c, S. 41 f.). Übergeordnetes Ziel ist dabei nicht nur die Qualifizierung im MINT-beziehungsweise STEM-Bereich, sondern – in Anbetracht der Auswirkung

des digitalen Wandels auf Kommunikation (vgl. Knaus 2009) sowie der Erweiterung tradierteter Kulturtechniken (vgl. Hettinger 2020 im gleichen Band; Sulewski 2020 im gleichen Band; Anokhina/Heinen 2020 im gleichen Band; Kapitel 4.1) – auch die bildungsschichtenunabhängige Kommunikations- und Partizipationsfähigkeit aller Menschen, anders formuliert: ihre gesellschaftliche Handlungsfähigkeit.

Der Einsatz digitaler Medien – gerade in Verbindung mit handlungsorientierten Konzepten – bietet außerdem auch Potentiale für die Didaktik in Schule und Hochschule: Denn mittels situativer, problemorientierter, erfahrungsbasierter und handlungsorientierter Ansätze können nachhaltigere Lerneffekte erzielt werden als mit Lehr- und Lernmethoden, die eine rein rezeptiv-kognitive Anregung und Auseinandersetzung ermöglichen. Digitale Medien können überdies nicht nur das Lernen fördern, sondern auch das Lehren erleichtern (vgl. u. a. Knaus/Engel 2015; Knaus 2016a; Knaus 2016b).

6.1 Perspektiven für die schulische Medienbildung

Der didaktische Technik- und Medieneinsatz in Schule und Hochschule ermöglicht nicht nur eine Substitution oder Ergänzung (Augmentation) bewährter didaktischer Ansätze und Methoden, sondern auch eine tiefergehende Modifikation oder sogar Redefinition von Lehraufgaben und Lernmöglichkeiten (vgl. Puentedura 2014 und Abbildung 7).

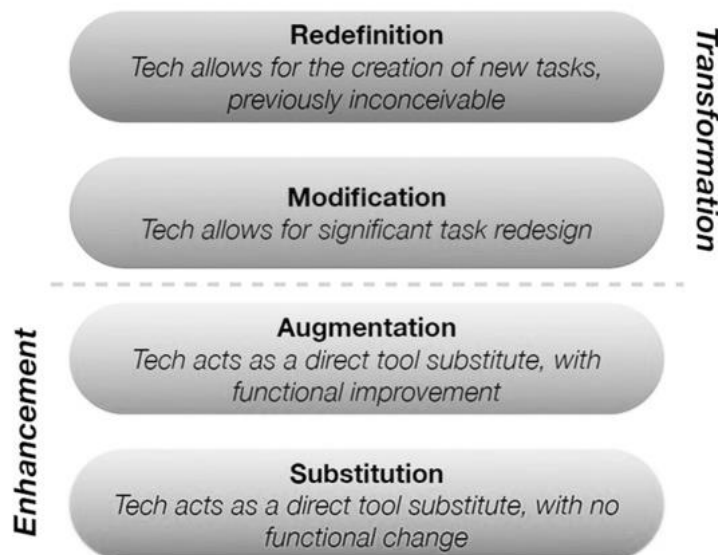


Abbildung 7: SAMR-Modell (vgl. Puentedura 2014)

Leider kommt – zumindest noch aktuell – der didaktische Einsatz von Medien und Technik in der Unterrichts- und Seminarpraxis nur selten über das Stadi-

um des *Ersetzens* (Substitution) eines analogen Mediums durch seine digitale Entsprechung hinaus.

Im Rahmen von Schulbesuchen und Unterrichtshospitationen an insgesamt über 200 Schulen wurden Unterrichtseinheiten dokumentiert und in das SAMR-Modell von Ruben PUENTEDURA eingeordnet, das den „spezifischen Mehrwert“ des schulischen Technikeinsatzes im Rahmen von vier Stadien charakterisiert (vgl. Abbildung 7).

Es zeigte sich, dass die untersuchten Unterrichtseinheiten in den wenigsten Fällen über das Implementierungs-Stadium der *Substitution* – also des Ersetzens tradierter Medien durch ihre digitale Entsprechung – hinausgingen: Statt im Schulbuch wird ein PDF am Laptop oder Tablet gelesen und statt an der Kreidetafel wird der lehrerinnen- und lehrerzentrierte Frontalunterricht an der digitalen Tafel oder mit dem Beamer präsentiert. Um nicht falsch verstanden zu werden: Mittels digitaler Medien und Technik wird Unterricht natürlich nicht per se besser, aber es ist wohl eher eine rhetorische Frage, ob in der schlichten Substitution herkömmlicher Medien die Potentiale *digitaler* Medien zum Vorschein kommen (vgl. Knaus 2015).

Wie die weiteren Ausführungen beispielhaft zeigen werden, gehört zu den didaktischen Potentialen digitaler Medien (vgl. auch Knaus 2016a; Knaus 2017a) unter anderem die *Aktivierung* der Lernenden. Durch das Festhalten an tradierten „Leitmedien“ – wie dem Buch und der Tafel – und den mit ihnen verbundenen konzeptionellen Nutzungspraxen bleibt auch Unterricht mit digitalen Medien häufig eher passiv-rezeptiv als aktiv-konstruierend (vgl. Knaus 2015). Nicht selten führt der Wunsch nach „digitalem Unterricht“ sogar zu einer Abkehr von aktivierenden nicht-technischen Unterrichtsmethoden, wie dem Stationenlernen, Vier-Ecken-Spiel, Gruppenpuzzle, Elevator-Pitch, Think-Pair-Share beziehungsweise Buzzgroups, der 6-3-5-Methode, RSQC2 oder dem Blitzlicht. In der Schule wird also oft rezipiert und in nur geringerem Maße aktiviert: Es wird im Internet *recherchiert*, in PDFs oder eBooks *gelesen* und an der digitalen Tafel *präsentiert* – und das, obwohl gerade mit *digitalen* (Unterrichts-)Medien längst mehr möglich wäre.

6.1.1 Beispiele für produktives Medienhandeln

Eine steile These soll als Einstieg in ein anschauliches Beispiel dienen: Das „Beschmieren“ von Schulbüchern ist lernförderlich. Um dem Wahrheitsgehalt dieser These auf die Spur zu kommen, kann man sich fragen, wie man selbst eigentlich am besten lernt: Wenn ich etwas Interessantes lese, dann mache ich mir stets Notizen – ich annotiere, unterstreiche, markiere, notiere Frage-

zeichnen am Rand, wenn ich Zweifel habe, und so weiter. Statt in Unterricht und Seminar lediglich PDFs zu *lesen*, könnte darin auch annotiert, unterstrichen und angemerkt werden – und das sogar ohne Beschädigung von Schuleigentum. Denn mehr noch als beim Rezipieren kluger Gedanken lernt man beim Annotieren oder Zusammenfassen dieser Gedanken – oder allgemein: beim Schreiben. Diese Erkenntnis findet sich bereits bei Immanuel KANT, der in seinem Text *Über Pädagogik* schrieb: „Man versteht eine Landkarte am besten, wenn man sie selbst verfertigen kann. Das Verstehen hat zum größten Hilfsmittel das Hervorbringen“ (Kant 1960 [1803], S. 34). Während zum Textverständnis vorhandene Kenntnisse und innere Bilder reaktiviert und – lediglich im Idealfall – die Inhalte in die eigene Struktur übertragen (präziser: konstruiert) werden, erfordert die Produktion *eigener* Texte (oder auch anderer medialer Artefakte) intensivere Konstruktionsleistungen (vgl. Knaus 2015; Knaus 2016a, S. 35 f.; Reich 2008, S. 139 f.; Schnotz/Bannert 1999; Winkler 2002). Das Lernen wird also durch die eigenaktive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand gefördert (vgl. u. a. Bloom/Engelhart/Furst/Hill 2001).

Mit der Nutzung digitaler Medien als partizipative Werkzeuge (vgl. Keil 2006, S. 67; Knaus 2018a) können die Spielräume der aktiven Einflussnahme und so auch die bisherigen medialen Handlungsrepertoires in Lehr- und Lernkontexten erweitert werden: So stehen für die Textarbeit webbasierte Texteditoren zur Verfügung, deren Potential zur kreativen Gestaltung und Annotation in Bildungskontexten nutzbar gemacht werden kann (vgl. Knaus 2018a). Im Gegensatz zu physischen Medien (wie dem Arbeitsheft) können digitale Werkzeuge, wie das Tablet, überdies den Zwang zur Linearität sowie physische Begrenzungen überwinden und ermöglichen den leichten und selbstgestalteten Wechsel von Präsentationsmodalitäten und Codalitäten sowie die Ergänzung von Schrifttexten mit Bildern, Filmen oder Tondokumenten. Denn dank digitaler Medien können visuelle Artefakte leichter in Lehr-Lernkontexten eingesetzt werden und entsprechend wird nicht mehr nur mittels Texten gelernt, sondern zunehmend auch mit Bildern und Bewegtbildern (vgl. u. a. Knaus 2009; Rat für Kulturelle Bildung 2019).

Mittels spezieller Web-Applikationen können sowohl Texte als auch Bilder und Videos annotiert und mit editierbaren Meta-Informationen versehen werden – und das aufgrund ihrer technischen Vernetzung nicht nur individuell, sondern auch kollaborativ (vgl. Schlote/Klug 2020 im gleichen Band; Knaus/Valentin 2016, S. 157 f. und S. 172 f.). Trotz der zahlreichen Möglichkeiten, die digitale Medien inzwischen bieten, ist die schulische Praxis noch sehr auf die vertraute Nutzung des (Schul-)Buchs fokussiert – das Leitmedium der Schule, das nicht „beschmiert“ werden darf. Aus bloßer Gewohnheit (vgl. Kapitel 2.1) wird also auf lernförderliche Potentiale verzichtet.

6.1.2 Beispiele für produktives Technikhandeln

Wie bereits konstatiert, sollten sich die Sozial- und Geisteswissenschaften intensiver um die Reflexion technischer und informatischer Topoi bemühen, genauso wie die ingenieurwissenschaftliche und informatische Qualifikation verstärkt sozial- und geisteswissenschaftliche Aspekte miteinbeziehen sollte (vgl. Kapitel 5.2) – eine intensivere gegenseitige Inspiration wäre aber nicht nur inhaltlich-gegenständlich, sondern auch bezüglich *didaktischer* Ansätze und Konzepte möglich: Wie medienpädagogische Themen lassen sich auch technische und informatische Inhalte und Lerngegenstände mittels handlungsorientierter Ansätze erfahren und behandeln. In dieser fachdidaktischen Parallele wird übrigens auch die konzeptionelle Nähe von Medienbildung, Technikbildung und informatischer Bildung deutlich. So könnten beispielsweise das Konzept der *Aktiven Medienarbeit* und die zu diesem Ansatz gesammelten Praxiserfahrungen als „Export“ der Medienpädagogik die schulische Technikbildung und informatische Bildung bereichern. Beispielhaft soll hier außerdem auf Code-, Hacker- und Makerspaces sowie erste Ansätze einer pädagogischen und didaktischen Nutzbarmachung der Ideen der Maker-Bewegung für die medien- und technikpädagogische Arbeit in der Schule hingewiesen werden (vgl. weiterführend u. a. Aufenanger/Bastian/Mertes 2017; Ingold/Maurer/Trüby 2019; Boy/Narr 2019).

Wie im Kapitel 3.3.4 bereits begründet, können mittels Ansätzen des Makings und der Aktiven Medienarbeit Kritik-, Distanzierungs- und Reflexionsfähigkeit bezüglich Medien und der (in tieferen Schichten wirkenden) digitalen Technik übergreifend gefördert werden – mit Blick auf das Ziel einer bildungsschichtenunabhängigeren Kommunikations- und Partizipationsfähigkeit aller Menschen. Daher soll hier auch für das produktive Technikhandeln ein praktisches Beispiel aus der Unterrichtspraxis vorgestellt werden:

Schülerinnen und Schüler einer Grundschulklasse bauen gemeinsam in Teilgruppen kleine Roboter, die einer schwarzen Linie auf einem großen Papierbogen folgen. Im Rahmen dieser Unterrichtseinheit kann thematisiert werden, was ein Microcontroller (beispielsweise *Arduino*) ist und wie Sensoren (in diesem Fall ein LDR) funktionieren; es wird deutlich, was den Roboter antreibt und im visuellen Programmcode von *Scratch* kann kindgerecht nachvollzogen werden, warum der Roboter so „handelt“.

Richtig interessant wird es aber erst, wenn diese Fragen geklärt sind und die Kinder mit dem Roboter weiterspielen. Und was machen Grundschülerinnen und Grundschüler mit einem Roboter? Es wird nicht lange dauern, bis sie die Linien auf dem Papier enger ziehen... und noch etwas enger, bis der Roboter ihnen nicht mehr folgen kann oder an andere physische Grenzen

stößt und irgendwann stehenbleibt oder umfällt. *Tinkern* und *Hacken* sind absolut natürliche Reaktionen und bieten mannigfaltige Möglichkeiten, um weitere technische und informatische Aspekte zu thematisieren.²² Wenn der Roboter nicht von den Schülerinnen und Schülern selbst gebaut wurde, wird es bestimmt nicht lange dauern, bis die Kinder oder Jugendlichen die Plastikabdeckung abschrauben, denn sie wollen eigentlich immer wissen, was sich „unter der Motorhaube“ befindet.

Herausfordernd in der Umsetzung dieser und vergleichbarer Projekte des produktiven Medien- und Technikhandelns im schulischen Kontext – wie auch in allen klassischen schulischen Medienprojekten – sind weniger die Fertigkeiten von Lehrenden und Lernenden als vielmehr habitualisierte Denkgrenzen oder organisatorische Hürden, wie enge Fächergrenzen oder Stundentaktungen.

7. Lessons in Unlearning

In Anbetracht des aktuellen gesellschaftlichen Wandels erscheint die Zeit reif, einige eingangs beschriebene mächtige Gewohnheiten und habitualisierte Denkgrenzen zu überdenken. Hierzu und zum Verfassen dieses Textes inspirierten mich die Hinweise der Kolleginnen und Kollegen der University of Sydney zu *Lessons in Unlearning* – sie sagten:

“Throughout our lives we’re taught important lessons: We learn how to talk, to walk, and even how to behave. But there’s one important lesson most of us never get – a *lesson in unlearning*” (vgl. sydney.edu.au/unlearn/home.html).

Frei übersetzt bedeutet dies: Im Laufe unseres Lebens wird uns einiges beigebracht: Wir lernen zu sprechen, wir lernen zu gehen, ja, wir lernen sogar, wie man sich benimmt. Eine Sache bringt uns aber niemand bei, nämlich, etwas wieder zu *verlernen*²³. Obwohl *verlernen* ebenso wichtig ist, denn (Um-) Lernen braucht stets Freiräume – Platz für Neues. Das gilt insbesondere in persönlichen, aber auch in gesellschaftlichen Wandlungsprozessen (vgl. Kapitel 1.1), da in diesen Veränderungsprozessen stets Wissen betroffen ist, das bereits vorhanden ist – Wissensbereiche, die bereits „besetzt“ sind.

²² Weiterführend sei auf die Fachzeitschriften *Computer+Unterricht* sowie *LOG IN* verwiesen.

²³ Ursprünglich stammt der Gedanke des *Unlearnings* von einem der weisesten Vertreter der intergalaktischen Philosophie: dem Jedi-Großmeister YODA (vgl. auch [youtube.com/watch?v=z4jeREy7Pbc](https://www.youtube.com/watch?v=z4jeREy7Pbc), aufgerufen am 19. September 2019).

Wenn nun der digitale Wandel ohnehin einige Traditionen infrage stellt, entgrenzt und uns zum Neu-Denken und Neu-Vernetzen anregt, dann sollten wir die Gelegenheit der Neu-Organisation von Gesellschaft nutzen, um nicht nur darüber nachzudenken, in welcher Welt wir künftig leben wollen, sondern auch einige weitere Aspekte in Bezug auf Bildungsfragen und Schule neu zu denken: Gemeint ist damit, die bestehenden organisatorischen Grenzen, wie tradierte Stundentaktungen, Fächergrenzen und -verantwortlichkeiten, Raumkonzepte und Kooperationsverbote, infrage zu stellen (vgl. u. a. Andersen 2020 im gleichen Band). Müssen wir uns an tradierte Konzepte klammern, nur weil sie irgendwann einmal sinnvoll waren? Sollten wir nicht besser regelmäßig die Strukturen unserer Gesellschaft – und damit auch das Bildungssystem – konstruktiver Kritik unterziehen und aktiv (re-)organisieren und gestalten?

Dabei kann es helfen, vom gewünschten Ergebnis ausgehend zu denken und die „großen Fragen“ zu stellen: Wie wollen wir künftig leben? Welches Wissen und Können benötigen Kinder und Jugendliche, um im „digitalen“ Zeitalter aufzuwachsen, sich zu bilden und für ein souveränes Miteinander einzustehen? Welche Kompetenzen benötigen wir alle, um mitreden und mitgestalten zu können? Welche Kompetenzen benötigen Pädagoginnen, Pädagogen und (angehende) Lehrende, um dieses Wissen und Können zu fördern? Und – last but not least: Welchen *Bildungsbegriff* wünschen wir uns für die Zukunft?

Auch sollten wir darüber nachdenken, wie die moderne Arbeitsteilung – anders gesagt: die Interaktion zwischen Mensch und Maschine – gelingen kann. Der Gedanke der Arbeitsteilung ist alt und über dessen theoretische und praktische Ausgestaltung wurde viel nachgedacht. Die Erkenntnis, dass unterschiedliche Menschen nicht nur voneinander abweichende Bedürfnisse besitzen, sondern auch über ebenso unterschiedliche körperliche und kognitive Fähigkeiten verfügen, die in ihrer Arbeit weiter verfeinert (spezialisiert) werden können, lässt sich bis zur Schrift *Politeia* von Platon zurückverfolgen (vgl. u. a. Platon zit. nach Abraham 1973, S. 31 f.). Mit dem Hinzukommen einer weiteren Akteurin – handelnden und „lernenden“ Maschine – stellen sich diese Fragen erneut: Über welche Stärken verfügt die Technik gegenüber den Menschen? Und in welchen Bereichen ist (und bleibt) der Mensch der Maschine überlegen? Emotionale Intelligenz und Kreativität gehören wohl unbestritten zu den menschlichen Stärken, genauso wie das Reflektieren und Nachdenken über die Zukunft – wie auch das kreative Um- und Neulernen.

Um eine überfällige gesellschafts- und kulturtheoretische Reflexion von Medien-, Technologie- und Technikentwicklung zu ermöglichen und deren tiefgreifende Auswirkungen auf Individuen und Gesellschaft begreifen und aktiv beeinflussen zu können, ist es also an der Zeit, sich neu zu vernetzen

und dabei manches zu überdenken. Denn ab und an erfordert ein persönlicher wie auch gesellschaftlicher Wandel ein Verlernen alter Ordnungen, Traditionen und Habits, um Räume für ein Neulernen zu schaffen.

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: „Bulb“, ein Entwurf des Industriedesigners Ingo MAURER von 1966 (ingo-maurer.com/de/produkte/bulb)
- Abbildung 2: OSI-Modell (eigene Darstellung)
- Abbildung 3: Funktionsweise des OSI-Modells (eigene Darstellung; mit Elementen von Ulf S. GRAUPNER, Comic! Jahrbuch 2008 und zitscomics.com/comic_tag/smartphone)
- Abbildung 4: Interaktionsmodell Mensch-Medium-Maschine (eigene Darstellung)
- Abbildung 5: Dagstuhl-Dreieck (vgl. GI 2016)
- Abbildung 6: Frankfurt-Dreieck (vgl. auch S. 160 im gleichen Band)
- Abbildung 7: SAMR-Modell (vgl. Puentedura 2014)

Literaturverzeichnis

- Abraham, Joseph Hayim (1973): *The Origins and Growth of Sociology*, London: Penguin
- Andersen, Allan Kjær (2020): *If not at School... The Digital Challenge to Education and how to meet it*, in: Knaus, Thomas/Merz, Olga (Hrsg.): *Schnittstellen und Interfaces – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen* (Band 7 der fraMediale-Reihe), München: kopaed, S. 207–224
- Anokhina, Katja/Heinen, Richard (2020): *Schnittstelle Software Studies und Schulentwicklung – ein interdisziplinärer Ansatz für Schulentwicklung im digitalen Wandel*, in: Knaus, Thomas/Merz, Olga (Hrsg.): *Schnittstellen und Interfaces – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen* (Band 7 der fraMediale-Reihe), München: kopaed, S. 187–206
- Aufenanger, Stefan/Bastian, Jasmin/Mertes, Kathrin (2017): *Vom Doing zum Learning. Maker Education in der Schule*, in: C+U 105, S. 4–7
- Baacke, Dieter (1973): *Kommunikation und Kompetenz. Grundlegung einer Didaktik der Kommunikation und ihrer Medien*, München: Juventa
- Baacke, Dieter (1996): *Medienpädagogik – Grundlagen der Medienkommunikation*, Tübingen: Niemeyer

- Bachmair, Ben (2009): Medienwissen für Pädagogen. Medienbildung in riskanten Erlebniswelten, Wiesbaden: Springer
- Bachmair, Ben (2010): Medienbildung in neuen Kulturräumen. Die deutschsprachige und britische Diskussion, Wiesbaden: Springer
- Bauer, Reinhold (2006): Gescheiterte Innovationen. Fehlschläge und technologischer Wandel, Frankfurt am Main: Campus
- Belgrad, Jürgen/Niesyto, Horst (2001): Symbol – Verstehen und Produktion in pädagogischen Kontexten, Hohengehren: Schneider
- Beranek, Angelika (2020): Beyond the Black Box – Was steckt hinter dem Interface?, in: Knaus, Thomas/Merz, Olga (Hrsg.): Schnittstellen und Interfaces – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen (Band 7 der fraMediale-Reihe), München: kopaed, S. 73–92
- Bertelsmann Stiftung (2017): Monitor Digitale Bildung. Die Schulen im digitalen Zeitalter [Onlinedokument: bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/monitor-digitale-bildung-9, aufgerufen am 08. September 2019]
- Bloom, Benjamin S./Engelhart, Max D./Furst, Edward J./Hill, Walker H. (2001): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich, Weinheim: Beltz
- Bohnsack, Ralf/Geimer, Alexander (2019): Dokumentarische Medienanalyse und das Verhältnis von Produkt und Rezeption, in: Knaus, Thomas (Hrsg.): Forschungswerkstatt Medienpädagogik. Projekt – Theorie – Methode (Band 3), München: kopaed, S. 775–816
- Bonfadelli, Heinz/Friemel, Thomas N. (2017): Medienwirkungsforschung, Konstanz: utb
- Borgesius, Frederik J./Zuiderveen, Damian/Trilling, Judith/Moeller, Balázs/Bodó, Cales H./de Vreese, Claes H./Helberger, Natali (2016): Should We Worry About Filter Bubbles?, in: SSRN – Social Science Research Network (Scholarly Paper No. ID 2758126), New York: Rochester, S. 1–16
- Boy, Henrike/Narr, Kristin (2019): Medienpädagogik und Making. Grenzen, Erfahrungen und Perspektiven, in: merz 63 (4), S. 17–24
- Brecht, Bertolt (1967): Der Rundfunk als Kommunikationsapparat, in: Brecht, Bertolt: Gesammelte Werke (Band 18), Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Brinda, Torsten/Brüggen, Niels/Diethelm, Ira/Knaus, Thomas/Kommer, Sven/Kopf, Christine/Missomelius, Petra/Leschke, Rainer/Tilemann, Friederike/Weich, Andreas (2020): Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt – Ein interdisziplinäres Modell, in: Knaus, Thomas/Merz, Olga (Hrsg.): Schnittstellen und Interfaces – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen (Band 7 der fraMediale-Reihe), München: kopaed, S. 157–168

- Bröckling, Guido (2012): Das handlungsfähige Subjekt zwischen TV-Diskurs und Netz-Dialog. Vilém Flusser und die Frage der sozio- und medienkulturellen Kompetenz, München: kopaed
- Buckingham, David (2018): Going Critical – Zu den Problemen und der Notwendigkeit der Medienkritik, in: Niesyto, Horst/Moser, Heinz (Hrsg.): Medienkritik im digitalen Zeitalter, München: kopaed, S. 45–58
- Carstensen, Tanja/Schachtner, Christina/Schelhowe, Heidi/Beer, Raphael (2014): Subjektkonstruktionen im Kontext digitaler Medien, in: Carstensen, Tanja/Schachtner, Christina/Schelhowe, Heidi/Beer, Raphael (Hrsg.): Digitale Subjekte, Bielefeld: transcript, S. 9–27
- Committee of Experts on Internet Intermediaries (2017): Algorithms and Human Rights. Study on the Human Rights Dimensions of Automated Data Processing Techniques and Possible Regulatory Implications, in: DGI 12, Strasbourg Cedex: Council of Europe, S. 1–54
- Coy, Wolfgang (1995): Automat – Werkzeug – Medium, in: Informatik Spektrum 18 (1), S. 31–38
- Dander, Valentin (2017): Medienpädagogik im Lichte | im Schatten digitaler Daten [Onlinedokument: medienpaed.com/article/view/619/567, aufgerufen am 08. September 2019]
- Dewey, John (1974): Psychologische Grundfragen der Erziehung (herausgegeben von Werner Correll), München: Ernst Reinhardt (UTB), S. 247–296
- Dix, Alan/Finlay, Janet/Abowd, Gregory D./Beale, Russell (2003): Human-Computer Interaction, New York: Pearson Prentice Hall
- Dörpinghaus, Andreas/Uphoff, Ina Katherina (2012): Die andere Zeit der Dinge. Ein metaphysischer Grenzübertritt, in: Dörpinghaus, Andreas/Nießeler, Andreas: Dinge in der Welt der Bildung – Bildung in der Welt der Dinge, Würzburg: Königshausen & Neumann, S. 153–166
- Dourish, Paul (2004): What We Talk About When We Talk About Context, in: Personal and Ubiquitous Computing 8 (1), S. 19–30 [Onlinedokument: ics.uci.edu/~jpd/publications/2004/PUC2004-context.pdf, aufgerufen am 08. September 2019]
- Dyson, George (2012): Turing's Cathedral – The Origins of the Digital Universe, New York: Pantheon
- Ertelt, Jürgen/Röll, Franz Josef (2008): Web 2.0 – Jugend online als pädagogische Herausforderung, München: kopaed
- Feenberg, Andrew (1991): Critical Theory of Technology (Nachdruck), New York: Oxford University Press
- Friebertshäuser, Barbara/von Felden, Heide/Schäffer, Burkhard (2007): Bild und Text – Methoden und Methodologien visueller Sozialforschung in der Erziehungswissenschaft, Opladen: Barbara Budrich

- Fröhlich, Arnold (1982): Handlungsorientierte Medienerziehung in der Schule – Grundlagen und Handreichung (Medien in Forschung + Unterricht, Band 6), Tübingen: Niemeyer
- FTzM – Frankfurter Technologiezentrum [:Medien] (2019): Das Frankfurt-Dreieck – ein interdisziplinärer Referenzrahmen für Bildung in der digital vernetzten Welt [Onlinedokument: ftzm.de/9-ftzm/fraline-news/1023-frankfurt-dreieck, aufgerufen am 08. September 2019]
- Gapski, Harald (2015): Big Data und Medienbildung. Zwischen Kontrollverlust, Selbstverteidigung und Souveränität in der digitalen Welt, München: kopaed
- Gapski, Harald (2016): Medienkompetenz 4.0? Entgrenzungen, Verschiebungen und Überforderungen eines Schlüsselbegriffs, in: merz 60 (4), S. 19–25
- GI – Gesellschaft für Informatik (2016): Bildung in der digitalen vernetzten Welt (Dagstuhl-Erklärung) [Onlinedokument: gi.de/aktuelles/meldungen/detailansicht/article/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digitalen-vernetzten-welt.html, aufgerufen am 08. September 2019]
- Gibson, Eleanor J./Pick, Anne D. (2000): An Ecological Approach to Perceptual Learning and Development, Oxford (GB): University Press
- Gibson, James J. (1979): The Ecological Approach to Visual Perception, München: Urban & Schwarzenberg
- Giddens, Anthony (1984): The Constitution of Society. Outline of the Theory of Structuration, Berkeley (California): University of California Press
- Glassman, Robert B. (1973): Persistence and Loose Coupling in Living Systems, in: Behavioral Science 18, S. 83–98
- Goldhaber, Michael H. (2017): Die Aufmerksamkeitsökonomie und das Netz. Über das knappe Gut der Informationsgesellschaft, in: Baumgärtel, Tilman (Hrsg.): Texte zur Theorie des Internets, Stuttgart: Reclam, S. 181–193
- Gross, Friederike von/Meister, Dorothee M./Sander, Uwe (2015): Medienpädagogik – ein Überblick, Weinheim/Basel: Beltz Juventa
- Habermas, Jürgen (1981a): Theorie des kommunikativen Handelns (Band 1), Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Habermas, Jürgen (1981b): Theorie des kommunikativen Handelns (Band 2), Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Hall, Stuart (1980): Encoding/Decoding, in: Hall, Stuart (Hrsg.): Culture, Media, Language – Working Papers in Cultural Studies 1972–1979, New York: Routledge, S. 128–138
- Hall, Stuart (1999): Die zwei Paradigmen der Cultural Studies, in: Hörnig, Karl/Winter, Rainer (Hrsg.): Widerspenstige Kulturen. Cultural Studies als Herausforderung, Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 13–42

- Hartung, Anja/Lauber, Achim/Reißmann, Wolfgang (2013): Das handelnde Subjekt und die Medienpädagogik, München: kopaed
- Hepp, Andreas (2010): Cultural Studies und Medienanalyse, Wiesbaden: Springer
- Hepp, Andreas/Krotz, Friedrich (2012): Mediatisierte Welten. Forschungsfelder und Beschreibungsansätze, in: Hepp, Andreas/Krotz, Friedrich (Hrsg.): Mediatisierte Welten. Forschungsfelder und Beschreibungsansätze, Wiesbaden: Springer, S. 7–23
- Herzig, Bardo (2016): Medienbildung und Informatische Bildung – Interdisziplinäre Spurensuche, in: MedienPädagogik 25, S. 59–79 [Online-dokument: doi.org/10.21240/mpaed/25/2016.10.28.X., aufgerufen am 08. September 2019]
- Hettinger, Jochen (2020): Überlegungen zur Domänenstruktur von Medienbildung und digitaler Bildung, in: Knaus, Thomas/Merz, Olga (Hrsg.): Schnittstellen und Interfaces – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen (Band 7 der fraMediale-Reihe), München: kopaed, S. 117–140
- Hoffmann, Dagmar/Krotz, Friedrich/Reißmann, Wolfgang (2017): Mediatisierung und Mediensozialisation. Prozesse – Räume – Praktiken, Wiesbaden: Springer
- Hurrelmann, Bettina (2002): Zur historischen und kulturellen Relativität des gesellschaftlich handlungsfähigen Subjekts als normative Rahmenidee für Medienkompetenz, in: Groeben, Norbert/Hurrelmann, Bettina (Hrsg.): Medienkompetenz – Voraussetzungen, Dimensionen, Funktionen, Weinheim: Juventa, S. 111–126
- Hurrelmann, Klaus (2006): Einführung in die Sozialisationstheorie, Weinheim: Beltz
- Ingold, Selina/Maurer, Björn/Trüby, Daniel (2019): Chance MakerSpace. Making trifft Schule, München: kopaed
- Irrgang, Bernhard (2001): Technische Kultur – Instrumentelles Verstehen und technisches Handeln (Philosophie der Technik Band 1), Paderborn/München/Wien/Zürich: Schöningh
- Irrgang, Bernhard (2002): Technische Praxis. Gestaltungsperspektiven technischer Entwicklung (Philosophie der Technik Band 2), Paderborn/München/Wien/Zürich: Schöningh
- Kant, Immanuel (1960 [1803]): Über Pädagogik, Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- Kant, Immanuel (2014 [1787]): Kritik der reinen Vernunft, Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Kay, Alan/Goldberg, Adele (1977): Personal Dynamic Media, in: Computer 10 (3), S. 31–41

- Keil, Reinhard (2006): Zur Rolle interaktiver Medien in der Bildung, in: Keil, Reinhard/Schubert, Detlef (Hrsg.): Lernstätten im Wandel – Innovation und Alltag in der Bildung, Münster: Waxmann, S. 59–77
- KMK – Kultusministerkonferenz (2016): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz [Onlinedokument: [kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf), aufgerufen am 08. September 2019]
- Knaus, Thomas (2015): Me, my Tablet – and Us, in: Friedrich, Katja/Siller, Friederike/Treber, Albert (Hrsg.): Smart und mobil – Digitale Kommunikation als Herausforderung für Bildung, Pädagogik und Politik, München: kopaed, S. 17–42
- Knaus, Thomas (2016a): Potentiale des Digitalen – Theoretisch-konzeptionelle Betrachtungen pädagogischer und didaktischer Potentiale des schulischen Einsatzes von Tablets und BYOD, in: merz 60 (4), S. 33–39
- Knaus, Thomas (2016b): digital – medial – egal? Ein fiktives Streitgespräch um digitale Bildung und omnipräsente Adjektive in der aktuellen Bildungsdebatte, in: Brüggemann, Marion/Knaus, Thomas/Meister, Dorothee M. (Hrsg.): Kommunikationskulturen in digitalen Welten – Konzepte und Strategien der Medienpädagogik und Medienbildung, München: kopaed, S. 99–130
- Knaus, Thomas (2017a): Pädagogik des Digitalen. Phänomene – Potentiale – Perspektiven, in: Eder, Sabine/Micat, Claudia/Tillmann, Angela (Hrsg.): Software takes command, München: kopaed, S. 49–68
- Knaus, Thomas (2017b): Verstehen – Vernetzen – Verantworten. Warum Medienbildung und informatische Bildung uns alle angehen und wir sie gemeinsam weiterentwickeln sollten, in: Diethelm, Ira (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt, Bonn: Gesellschaft für Informatik (LNI – Lecture Notes in Informatics, P-274), S. 31–48
- Knaus, Thomas (2018a): Technikkritik und Selbstverantwortung. Plädoyer für ein erweitertes Medienkritikverständnis, in: Niesyto, Horst/Moser, Heinz (Hrsg.): Medienkritik im digitalen Zeitalter, München: kopaed, S. 91–107
- Knaus, Thomas (2018b): [Me]nsch – Werkzeug – [I]nteraktion. Theoretisch-konzeptionelle Analysen zur „Digitalen Bildung“ und zur Bedeutung der Medienpädagogik in der nächsten Gesellschaft, in: MedienPädagogik 31, S. 1–35 [Onlinedokument: dx.doi.org/10.21240/mpaed/31/2018.03.26.X, aufgerufen am 08. September 2019]
- Knaus, Thomas (2018c): Medienpädagogik und Informatik. Gegeneinander – Nebeneinander – Miteinander?, in: merz 60 (4), S. 34–42
- Knaus, Thomas (2021): Doing Digital! Ontologie des Digitalen [im Entstehen]

- Knaus, Thomas/Engel, Olga (2015): (Auch) auf das Werkzeug kommt es an – Technikhistorische und techniktheoretische Annäherungen an den Werkzeugbegriff in der Medienpädagogik, in: Knaus, Thomas/Engel, Olga (Hrsg.): *fraMediale – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen* (Band 4 der *fraMediale-Reihe*), München: kopaed, S. 15–57
- Kommer, Sven (2016): Buch statt Tablet-PC. Warum die digitalen Medien nicht in die Schule kommen – der Faktor LehrerIn, in: Knaus, Thomas/Engel, Olga (Hrsg.): *Wi(e)derstände – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen* (Band 5 der *fraMediale-Reihe*), München: kopaed, S. 35–46
- Kommer, Sven (2018): Medienpädagogik und informatische Bildung. Gemeinsam oder besser getrennt?, in: *merz* 60 (4), S. 11–18
- Kress, Gunther R. (2003): *Literacy in the New Media Age*, New York: Routledge
- Kress, Gunther R. (2010): Learning and Environments of Learning in Conditions of Provisionality, in: Bachmair, Ben (Hrsg.): *Medienbildung in neuen Kulturräumen. Die deutschsprachige und britische Diskussion*, Wiesbaden: Springer, S. 171–182
- Krotz, Friedrich (2009): Stuart Hall – Encoding/Decoding und Identität, in: Hepp, Andreas/Krotz, Friedrich (Hrsg.): *Schlüsselwerke der Cultural Studies*, Wiesbaden: Springer, S. 210–223
- Krotz, Friedrich (2016): Wandel von sozialen Beziehungen, Kommunikationskultur und Medienpädagogik, in: Brüggemann, Marion/Knaus, Thomas/Meister, Dorothee M. (Hrsg.): *Kommunikationskulturen in digitalen Welten* (Band 52 der *Schriften zur Medienpädagogik*), München: kopaed, S. 19–42
- Kübler, Hans-Dieter (2006): Zurück zum kritischen Rezipienten? Aufgaben und Grenzen pädagogischer Medienkritik, in: Niesyto, Horst/Rath, Matthias/Sowa, Hubert (Hrsg.): *Medienkritik Heute – Grundlagen, Beispiele und Praxisfelder*, München: kopaed, S. 17–52
- Küchemann, Fridtjof (2018): Das Heulen des Fortschritts, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* [Onlinedokument: [faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/der-einsatz-von-kuenstlicher-intelligenz-an-universitaeten-15745530.html](https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/der-einsatz-von-kuenstlicher-intelligenz-an-universitaeten-15745530.html)], aufgerufen am 08. September 2019]
- Latour, Bruno (1996): *Der Berliner Schlüssel. Erkundungen eines Liebhabers der Wissenschaften* (*La Clef de Berlin et Autres Leçons d'un Amateur de Sciences*), Berlin: Akademie-Verlag
- Luhmann, Niklas (1984): *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*, Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Manovich, Lev (2001): *The Language of New Media*, Cambridge (Massachusetts): MIT Press

- Manovich, Lev (2008): Software takes Command [Onlinedokument: software studies.com/softbook, aufgerufen am 08. September 2019]
- Marotzki, Winfried (1991): Bildungsprozesse in lebensgeschichtlichen Horizonten, in: Hoerning, Erika M. (Hrsg.): Biographieforschung und Erwachsenenbildung, Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 182–205
- Marotzki, Winfried/Niesyto, Horst (2006): Bildinterpretation und Bildverstehen. Methodische Ansätze aus sozialwissenschaftlicher, kunst- und medienpädagogischer Perspektive, Wiesbaden: Springer
- Marx, Karl (1979 [1890]): Das Kapital 1–3 (Marx-Engels-Werke, Bände 23–25), Berlin: Dietz
- Mead, George Herbert (1973): Geist, Identität und Gesellschaft, Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Meder, Norbert (2011): Von der Theorie der Medienpädagogik zu einer Theorie der Medienbildung, in: Fromme, Johannes/Iske, Stefan/Marotzki, Winfried (Hrsg.): Medialität und Realität. Zur konstitutiven Kraft der Medien, Wiesbaden: Springer, S. 67–81
- Meyer-Drawe, Käte (1990): Illusionen von Autonomie, München: P. Kirchheim
- Meyer-Drawe, Käte (2012): Empfänglichkeit für die Welt. Ein Beitrag zur Bildungstheorie, in: Dörpinghaus, Andreas/Nießeler, Andreas (Hrsg.): Dinge in der Welt der Bildung – Bildung in der Welt der Dinge, Würzburg: Königshausen & Neumann, S. 13–28
- Moser, Heinz (2010): Einführung in die Medienpädagogik, Wiesbaden: Springer
- Nake, Frieder (1992): Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit, in: Coy, Wolfgang/Nake, Frieder/Pflüger, Jörg-Martin/Rolf, Arno/Seetzen, Jürgen/Siefkes, Dirk/Stransfeld, Reinhard (Hrsg.): Sichtweisen der Informatik, Braunschweig: Vieweg, S. 181–201
- Niesyto, Horst/Moser, Heinz (2018): Medienkritik im digitalen Zeitalter, München: kopaed
- Nohl, Arnd-Michael (2011): Pädagogik der Dinge, Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- Oliver, Martin (2005): The Problem with Affordance, in: E-Learning 2 (4), S. 402–413
- Pariser, Eli (2011): The Filter Bubble. What the Internet is Hiding from You, New York: Penguin Press
- Parsons, Talcott (1968): Sozialstruktur und Persönlichkeit, Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Parsons, Talcott (1972): Das System moderner Gesellschaften, Weinheim: Juventa

- Paus-Hasebrink, Ingrid (2013): Medienwelten, Medienhandeln, Medienaneignung, Medienkompetenz – Medienpädagogische Theoriebausteine überdacht, in: Hartung, Anja/Lauber, Achim/Reißmann, Wolfgang (Hrsg.): Das handelnde Subjekt und die Medienpädagogik, München: kopaed, S. 25–40
- Puentedura, Ruben R. (2014): Learning, Technology, and the SAMR Model. Goals, Processes, and Practice [Onlinedokument: hippasus.com/rrpweblog/archives/000127.html, aufgerufen am 08. September 2019]
- Rat für Kulturelle Bildung (2019): Jugend/YouTube/Kulturelle Bildung – Horizont 2019. Eine repräsentative Umfrage unter 12- bis 19-Jährigen zur Nutzung kultureller Bildungsangebote an digitalen Kulturorten, Essen: Rat für Kulturelle Bildung [Onlinedokument: rat-kulturelle-bildung.de/fileadmin/user_upload/pdf/Studie_YouTube_Webversion_final.pdf, aufgerufen am 08. September 2019]
- Reich, Kersten (2008): Konstruktivistische Didaktik, Weinheim: Beltz
- Rösch, Eike (2017): Aktive Medienarbeit, in: Schorb, Bernd/Hartung-Griemberg, Anja/Dallmann, Christine (Hrsg.): Grundbegriffe Medienpädagogik, München: kopaed, S. 9–14
- Rötzer, Florian (1998): Digitale Weltentwürfe. Streifzüge durch die Netzkultur, München: Hanser
- Schachtner, Christina/Duller, Nicole (2014): Kommunikationsort Internet, in: Carstensen, Tanja/Schachtner, Christina/Schelhowe, Heidi/Beer, Raphael (Hrsg.): Digitale Subjekte, Bielefeld: transcript, S. 81–154
- Schelhowe, Heidi (1997): Das Medium aus der Maschine. Zur Metamorphose des Computers, Frankfurt am Main: Campus
- Schelhowe, Heidi (2007): Technologie, Imagination und Lernen – Grundlagen für Bildungsprozesse mit Digitalen Medien, Münster: Waxmann
- Schelhowe, Heidi (2018): Vom Digitalen Medium und vom Eigen-Sinn der Dinge. Was Medienpädagogik mit der informatischen Bildung gewinnen kann, in: merz 60 (4), S. 27–33
- Schell, Fred (1989): Aktive Medienarbeit mit Jugendlichen. Theorie und Praxis (Schriftenreihe des Institut Jugend Film Fernsehen), Wiesbaden: Springer
- Schlote, Elke/Klug, Daniel (2020): Ein digitales Lernwerkzeug realisieren – der Entwicklungsprozess der Web-Applikation TRAVIS GO an der Schnittstelle von Medienwissenschaft, Informatik und Schulpädagogik, in: Knaus, Thomas/Merz, Olga (Hrsg.): Schnittstellen und Interfaces – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen (Band 7 der fraMediale-Reihe), München: kopaed, S. 169–185

- Schmidt, Siegfried J. (2000): Kalte Faszination. Medien – Kultur – Wissenschaft in der Mediengesellschaft, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft
- Schnotz, Wolfgang/Bannert, Maria (1999): Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen, in: Zeitschrift für Experimentelle Psychologie 46 (3), S. 217–236
- Schorb, Bernd (1995): Medienalltag und Handeln. Medienpädagogik im Spiegel von Geschichte, Forschung und Praxis, Opladen: Leske+Budrich
- Schorb, Bernd (1998): Stichwort Medienpädagogik, in: ZfE 98 (1), S. 7–22
- Schorb, Bernd (2005): Medienpädagogik und Sozialisation, in: Kleber, Hubert (Hrsg.): Perspektiven der Medienpädagogik in Wissenschaft und Bildungspraxis, München: kopaed, S. 64–73
- Schorb, Bernd (2009): Handlungsorientierte Medienpädagogik, in: Schorb, Bernd/Anfang, Günther/Demmler, Kathrin (Hrsg.): Grundbegriffe Medienpädagogik – Praxis, München: kopaed, S. 101–106
- Schorb, Bernd/Anfang, Günther/Demmler, Kathrin (2009): Grundbegriffe Medienpädagogik – Praxis, München: kopaed
- Schorb, Bernd/Theunert, Helga (2000): Kontextuelles Verstehen und Medienaneignung, in: Paus-Haase, Ingrid/Schorb, Bernd (Hrsg.): Qualitative Kinder- und Jugendmedienforschung. Theorie und Methoden – ein Arbeitsbuch, München: kopaed, S. 33–57
- Smith, Andrew (2018): Franken-Algorithms. The Deadly Consequences of Unpredictable Code [Onlinedokument: theguardian.com/technology/2018/aug/29/coding-algorithms-frankenalgos-program-danger, aufgerufen am 08. September 2019]
- Spanhel, Dieter (2013): Sozialisation in mediatisierten Lebenswelten – Grundzüge eines theoretischen Bezugsrahmens, in: merz 57 (6), München: kopaed, S. 30–43
- Stalder, Felix (2016): Kultur der Digitalität, Berlin: Suhrkamp
- Süss, Daniel/Lampert, Claudia/Trülzsch-Wijnen, Christine (2018): Medienpädagogik. Ein Studienbuch zur Einführung, Wiesbaden: Springer
- Sulewski, Horst (2020): Allgemeinbildung neu denken – über die Schnittmengen von Medienbildung, politischer und kultureller Bildung im Allgemeinen... sowie die Rolle der Filmbildung im Besonderen, in: Knaus, Thomas/Merz, Olga (Hrsg.): Schnittstellen und Interfaces – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen (Band 7 der fraMediale-Reihe), München: kopaed, S. 141–155
- Swertz, Christian (2000): Computer und Bildung – eine medienanalytische Untersuchung der Computertechnologie in bildungstheoretischer Perspektive (Dissertation), Bielefeld: Universität Bielefeld [Onlinedokument: nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:361-1615, aufgerufen am 08. September 2019]

- Tulodziecki, Gerhard (1997): Medien in Erziehung und Bildung. Grundlagen und Beispiele einer handlungs- und entwicklungsorientierten Medienpädagogik, Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- Tulodziecki, Gerhard (2018): Medienbildung angesichts von Digitalisierung und Mediatisierung, in: Knaus, Thomas/Engel, Olga (2018): Spannungen und Potentiale – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen (Band 6 der fraMediale-Reihe), München: kopaed, S. 15–36
- Valentin, Katrin (2016): Bedienungsanleitung fürs Leben – Video-Tutorials im Internet als Herausforderung für die Kinder- und Jugend(verbands)arbeit, in: deutsche jugend 12, S. 511–521
- Vollbrecht, Ralf/Wegener, Claudia (2010): Handbuch Mediensozialisation, Wiesbaden: Springer
- Wason, Peter (1968): Reasoning about a Rule, in: Quarterly Journal of Experimental Psychology 20 (3), S. 273–281
- Weber, Max (1976): Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss einer verstehenden Soziologie, Tübingen: Mohr
- Weick, Karl E. (1976): Educational Organizations as Loosely Coupled Systems, in: Administrative Science Quarterly 21 (1), S. 1–19
- Wenger, Etienne (1998): Communities of Practice – Learning, Meaning, and Identity, Cambridge (UK): Cambridge University Press
- Wensierski, Hans-Jürgen von/Sigeneger, Jüte-Sophia (2015): Technische Bildung. Ein pädagogisches Konzept für die schulische und außerschulische Kinder- und Jugendbildung, Opladen: Barbara Budrich
- Wing, Jeanette M. (2006): Computational Thinking, in: Communications of the ACM 49 (3), S. 33–35
- Winkler, Hartmut (2002): Das Modell. Diskurse, Aufschreibesysteme, Technik, Monumente – Entwurf für eine Theorie kultureller Kontinuierung, in: Pompe, Hedwig/Scholz, Leander (Hrsg.): Archivprozesse. Die Kommunikation der Aufbewahrung, Köln: Dumont, S. 297–315
- Zimmerli, Walther Ch. (2005): Technologie als Kultur, Hildesheim: Olms